This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

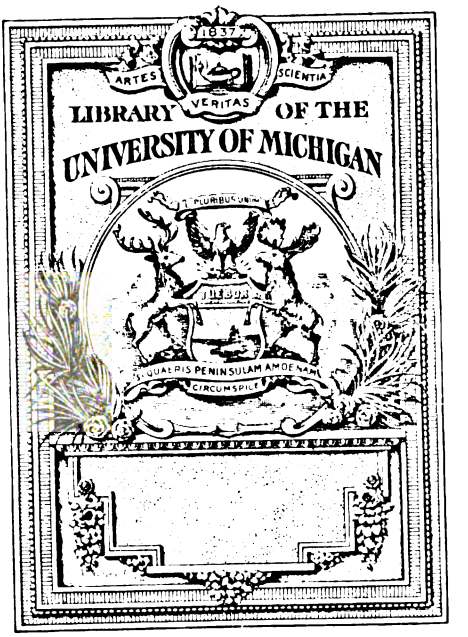
+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

B 466922

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Astron.
Obs.
QB
1
.B92

Digitized by Google

Digitized by Google

BULLETIN

ASTRONOMIQUE.

Digitized by Google

9585 PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Augustins, 55.

Digitized by Google

BULLETIN ASTRONOMIQUE

33584

PUBLIÉ

SOUS LES AUSPICES DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS,

PAR

M. F. TISSERAND,

MEMBRE DE L'INSTITUT,

Avec la collaboration de

MM. G. BIGOURDAN, O. CALLANDREAU ET R. RADAU.

TOME I. — 1884.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS ET DU BUREAU DES LONGITUDES,

Quai des Augustins, 55.

1884

(Tous droits réservés.)

Digitized by Google

Digitized by Google

AVERTISSEMENT.

Le *Bulletin astronomique*, dont on entreprend aujourd'hui la publication, est destiné à combler une lacune regrettable dans les Revues scientifiques françaises; aucune, en effet, jusqu'ici, n'était destinée spécialement aux astronomes et aux hommes de science qui veulent se tenir au courant des progrès de l'Astronomie.

La renaissance des études astronomiques en France rend d'ailleurs cette publication aussi opportune que nécessaire; notre nouveau Gouvernement, qui a considéré comme un de ses plus impérieux devoirs de donner un développement considérable à tout ce qui peut contribuer aux progrès de l'instruction publique et des sciences, a en effet porté en quelques années de trois à neuf le nombre de nos observatoires; il a été, d'ailleurs, généreusement secondé par les municipalités des villes où ces observatoires ont été créés; l'un d'eux, celui de Nice, a même été, comme on le sait, entièrement fondé à grands frais par M. Bischoffsheim, et l'État n'aura plus à pourvoir qu'à une partie de son entretien

Dans peu d'années, tous ces observatoires seront complètement organisés et pourvus d'un personnel instruit et exercé, fourni en partie par l'École d'Astronomie de l'Observatoire de Paris : il devient donc nécessaire de créer un organe de publicité, où nos astronomes puissent faire connaître leurs travaux en temps utile, et où ils trouvent, avec les nouvelles astronomiques, une analyse des principales publications périodiques étrangères, qui les tienne constamment au courant des progrès de la Science, sans qu'ils aient besoin de com-

Digitized by Google

pulser péniblement des journaux de toutes langues, qu'il leur serait d'ailleurs quelquefois difficile de se procurer.

Ce Bulletin comprendra donc deux Parties distinctes, répondant à ces deux besoins.

La première se composera des observations présentant un intérêt d'actualité, faites dans nos observatoires pendant le mois précédent; des éphémérides de planètes ou de comètes, et aussi des Mémoires ou des Notices sur diverses questions d'Astronomie théorique ou pratique.

La seconde Partie comprendra une revue aussi complète que possible de toutes les nouvelles astronomiques, et une analyse des principales publications périodiques et des Ouvrages nouvellement parus.

Enfin, quand l'occasion s'en présentera, une troisième Partie donnera, sous le titre *Variétés*, des articles sur des questions d'actualité concernant les sciences liées étroitement avec l'Astronomie, telles que la Physique du globe, la Géodésie, la Météorologie; on y traitera aussi de points intéressants relatifs à l'histoire de la Science.

La situation matérielle peu favorable d'une telle publication, qui est trop technique pour avoir un nombre considérable d'abonnés, exigeait non seulement beaucoup de désintéressement et de dévouement de la part de ses rédacteurs, mais encore un certain appui de l'Administration.

Grâce à la bienveillance éclairée du Ministre de l'Instruction publique, et de M. Albert Dumont, directeur de l'Enseignement supérieur, qui a contribué d'une manière si active et si heureuse au développement de nos observatoires, et grâce au désintéressement et à la haute compétence de M. Tisserand, qui a bien voulu se charger de la direction de ce Bulletin, on peut espérer que cette nouvelle publication atteindra le but qu'elle se propose.

Nous devons également remercier M. Gauthier-Villars de l'empressement avec lequel il s'est mis à notre disposition, et des facilités qu'il nous a données dans cette circonstance.

Digitized by Google

MM. O. Callandreau, G. Bigourdan, astronomes-adjoints de l'Observatoire de Paris, et M. R. Radau, tous les trois déjà connus à divers titres du monde scientifique, ont bien voulu apporter leur concours au Bulletin, soit pour l'analyse des Revues périodiques et des Mémoires, soit pour la publication d'articles spéciaux.

Nous comptons aussi d'ailleurs sur l'active collaboration de tous les astronomes français, auxquels nous faisons un pressant appel. Ils pourront publier régulièrement dans ce recueil, soit les Observations, soit les Notices ou Mémoires qu'ils sont obligés d'envoyer aujourd'hui à des journaux de l'étranger. L'entente commune que ce Bulletin établira entre nos divers observatoires leur donnera en outre une précieuse facilité pour coordonner leurs travaux de la manière la plus utile aux progrès de la Science.

Enfin le Bulletin acceptera aussi avec empressement les observations et les articles que voudront bien lui adresser les astronomes étrangers.

L'Observatoire de Paris soutiendra de tout son pouvoir l'œuvre utile et féconde dirigée par M. Tisserand, et nous espérons qu'elle contribuera au développement de la Science en général, et de l'Astronomie française en particulier.

CONTRE-AMIRAL E. MOUCHEZ,

Directeur de l'Observatoire de Paris.

Digitized by Google

Digitized by Google

BULLETIN

ASTRONOMIQUE.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

SUR LA THÉORIE DU MOUVEMENT DE PALLAS;

PAR M. F. TISSERAND.

Parmi les 235 petites planètes actuellement connues, Pallas est celle dont la théorie présente les plus grandes difficultés; cela tient à ce que l'excentricité et l'inclinaison de son orbite sont toutes les deux considérables.

J'ai montré (*Annales de l'Observatoire de Paris*, t. XV) que, dans ce cas, le développement de la fonction perturbatrice provenant de l'action de Jupiter ne peut pas être employé sous la forme usuelle, adoptée pour les anciennes planètes; la série procédant suivant les puissances de $\sin^2 \frac{J}{2}$ (en désignant par J l'inclinaison mutuelle des orbites de Pallas et de Jupiter) cesse en effet d'être convergente pour certaines positions des deux planètes.

J'ai fait voir comment on peut éviter cet inconvénient; il est vrai que le calcul se trouve ainsi allongé et que la grandeur de l'excentricité exigera dans les séries un nombre de termes assez considérable; mais enfin la méthode, pour être d'un emploi pénible, n'en est pas moins praticable, et elle aurait l'avantage de conduire à des développements dont toutes les parties seraient exprimées, non pas numériquement, mais analytiquement, en fonction des éléments des deux orbites.

La méthode proposée par Hansen, pour la détermination des

Digitized by Google

perturbations absolues des petites planètes, pourrait être appliquée à Pallas; elle entraînerait aussi des calculs assez longs et présenterait ces deux inconvénients : d'abord, les coefficients des diverses inégalités seraient obtenus numériquement, de sorte qu'on ne pourrait se rendre compte de l'influence, sur ces coefficients, des éléments qui les composent; en second lieu, c'est l'anomalie excentrique et non l'anomalie moyenne de Pallas qui figurerait partout.

Il resterait enfin une dernière théorie, imaginée par Gauss, et qui paraît l'avoir occupé à diverses reprises, pendant une dizaine d'années; le développement de cette théorie n'a jamais été publié; j'ai pensé que les lecteurs du *Bulletin astronomique* verraient avec plaisir un résumé des indications, malheureusement trop rares et trop concises que Gauss a publiées sur ce sujet; dans ce but, j'ai analysé quelques passages du tome VI des *Œuvres de Gauss*, et de la *Correspondance de Gauss et Bessel;* dans ce qui suit, le premier de ces ouvrages sera indiqué par la lettre a, le second par la lettre b.

On trouve la première indication des travaux de Gauss dans une lettre à Bessel, à la date du 3 septembre 1805 [(b), p. 10]; citons un passage important de cette Lettre :

« ... Je me suis occupé depuis quelque temps de calculs de perturbations, en vue des planètes qui, comme Pallas et Junon, ont une forte excentricité ou une grande inclinaison; j'ai imaginé une méthode qui exige, il est vrai, du travail, beaucoup de travail, mais que l'on ne doit cependant pas mal juger pour autant, car, à mon avis, toutes les méthodes proposées jusqu'ici sont, dans le cas indiqué, tout à fait insuffisantes; un des points qui la caractérisent est que le développement de l'expression

$$(a^2 + a'^2 - 2aa' \cos\varphi)^{-\frac{1}{2}} = \frac{1}{2} A^0 + A' \cos\varphi + A'' \cos 2\varphi + \ldots$$

doit être calculé non plus, comme dans les méthodes usuelles, seulement pour un système de valeurs de a et a', mais pour un grand nombre de systèmes différents; par exemple, dans un calcul que j'ai entrepris pour Cérès, j'ai employé 50 valeurs; pour Pallas et Junon, il en faudra encore davantage... ».

Gauss donne ensuite les formules les plus propres au calcul rapide et sûr des quantités A^0, A', ...

Digitized by Google

Il est peut-être permis de conclure de là que, dans la nouvelle méthode, les développements périodiques des A, au lieu d'être entièrement analytiques, étaient obtenus par la voie de l'interpolation.

Dans un Mémoire du 25 novembre 1810 [(*a*), p. 61 ...], Gauss détermine le système d'éléments elliptiques représentant le mieux possible l'ensemble des six oppositions de Pallas observées jusqu'alors; voici les erreurs que laisse subsister le système obtenu :

	Long. héliocc.	Lat. géoc.
1803	— 111″,00	— 8″,31
1804	— 59,18	— 36,67
1805	+ 19,92	+ 0,07
1807	+ 85,77	+ 25,01
1808	+ 135,88	+ 28,72
1809	— 216,54	+ 83,01

Gauss en conclut que Pallas éprouve de la part des autres planètes, et surtout de Jupiter, des perturbations considérables.

En octobre 1810 [(*a*), p. 320-324], Gauss entreprit le calcul des perturbations de Pallas par Jupiter, « en partie, dit-il, pour voir avec quelle exactitude on arriverait à représenter les observations, et en partie aussi pour préparer un développement futur de la théorie générale de ces perturbations ». Après avoir effectué ce travail long et délicat, Gauss obtint un résultat des plus satisfaisants; dans les six premières oppositions, les longitudes et les latitudes de Pallas se trouvaient représentées à quelques secondes près, comme le montre le Tableau ci-dessous :

	Long. moy.	Lat. héliocc
1803	+ 1″,3	— 1″,0
1804	— 3,8	+ 4,1
1805	+ 3,9	+ 6,0
1807	— 3,3	+ 3,9
1808	+ 3,2	— 17,0
1809	— 1,4	— 3,9

Gauss fait remarquer qu'en 1809, dans la conjonction héliocentrique de Pallas et de Jupiter, les éléments de Pallas ont été *très fortement* changés; il en conclut que, pour le 9 janvier 1811, la

Digitized by Google

position de la planète calculée sur l'ellipse résultant des six premières oppositions devait différer de 1°40′ en ascension droite, de celle que l'on obtenait en tenant compte des perturbations, qui se trouvaient donc être considérables.

Gauss ajoute : « Je vous prie de consacrer la première belle nuit à la recherche de Pallas; vous pouvez comprendre aisément avec quelle impatience j'attends la confirmation de cet important résultat, qui ne s'est pas encore présenté jusqu'ici pour les nouvelles planètes. »

Citons ensuite le passage suivant, contenant quelques indications intéressantes [(*a*), p. 331].

« J'ai donné le 14 janvier (1811), dans nos annonces, une courte nouvelle sur les perturbations de Pallas par Jupiter; ce n'est certes pas encore la théorie générale de ces perturbations; elle demandera encore beaucoup plus de travail, si elle donne tout ce qu'on peut désirer. J'ai seulement commencé; je ne suis pas encore bien pressé, car la manière dont j'ai calculé les perturbations dans mon récent travail permet de continuer encore le calcul pendant plusieurs années. Aussitôt que l'opposition de cette année aura été observée, j'entreprendrai la suite; peut-être traiterai-je Junon et Vesta d'une manière analogue. »

Gauss écrit, le 15 avril 1812, à la *Monätliche Correspondenz* [(*a*), p. 349] :

« J'attendais avec impatience le retour de Pallas pour cette année, afin de voir si les calculs des perturbations seraient aussi bien confirmés que l'an dernier; une observation du 9 avril m'a donné un résultat très satisfaisant; .... J'ai maintenant complètement achevé le premier calcul des perturbations séculaires et périodiques produites par Jupiter; le nombre des inégalités calculées est d'environ 400; la plus grande dépend de cinq fois la longitude de Jupiter, moins deux fois celle de Pallas : elle atteint 56′; c'est un travail de plusieurs jours que de calculer un seul lieu de Pallas; quelques-uns des résultats de ce travail sont d'un haut intérêt... »

Dans une Lettre à Bessel, à la date du 5 mai 1812 [(*b*), p. 170], Gauss lui communique confidentiellement un résultat important : « Il consiste en ce que les moyens mouvements de Jupiter et de Pallas sont dans le rapport rationnel de 7 à 18, rapport que l'ac-

Digitized by Google

tion de Jupiter doit rendre exact, comme il arrive pour la durée de la rotation de notre Lune. »

Le Verrier a calculé plus tard l'inégalité importante provenant de ce rapport presque commensurable, et ce fut pour vérifier aisément les calculs de Le Verrier que Cauchy imagina sa méthode remarquable pour le calcul des inégalités à longues périodes.

Dans une autre Lettre du 18 mai 1814 [(*b*), p. 191], Gauss dit à Bessel : « J'ai commencé aussi le calcul des perturbations de Pallas par Mars; elles sont très nombreuses, mais presque toutes très petites; il y en a cependant une de 10″, qui, dans l'avenir, donnera le meilleur moyen pour déterminer la masse de Mars. »

La découverte des satellites de Mars est venue bien inopinément offrir, pour la détermination de la masse de cette planète, un procédé dont l'exactitude ne laisse plus rien à désirer.

A partir de 1814, Gauss publie des éphémérides de Pallas, qu'il observe de temps à autre, mais il reste très longtemps sans reparler de sa théorie; près de trente années s'écoulent, et le 21 mars 1843 il écrit à Bessel [(*b*), p. 553] :

« ... Votre Mémoire m'a rappelé un souvenir qui m'est toujours resté douloureux : c'est celui de mon ancien travail sur les perturbations de Pallas; depuis près d'un quart de siècle, il m'est devenu tellement étranger qu'il m'est difficile de m'orienter dans mes papiers. J'avais reconnu de suite la nécessité d'augmenter la masse de Jupiter donnée par Laplace; je supposai d'abord cette augmentation de $\frac{1}{47}$, sans que je puisse aujourd'hui retrouver quand j'ai fait cette détermination; mais je trouvai plus tard, d'après les dix premières oppositions, après avoir corrigé les éléments, que l'augmentation devait être portée à $\frac{1}{42}$. Les sommes des carrés des erreurs, en négligeant les perturbations produites par les autres planètes, et en particulier par Saturne, étaient :

	Long. héliocc.	Lat. héliocc.
Masse de Laplace	3175,69	348,54
Augmentation de $\frac{1}{47}$	963,78	318,47
Augmentation de $\frac{1}{42}$	918,46	322,66

... Il est inutile de remarquer que tous ces calculs ont pour base cette théorie des perturbations, que je nomme la *théorie générale,* dans laquelle on trouve le montant des perturbations,

Digitized by Google

pour une époque quelconque; il y a plus de 800 inégalités (si l'on groupe ensemble celles qui dépendent du sinus et du cosinus d'un même angle; sans ce groupement, il y en aurait donc plus de 1600). A côté de cette théorie générale, j'avais conduit parallèlement le calcul par quadratures, de manière à obtenir un contrôle tout à fait indispensable... »

Gauss dit ensuite qu'il ne sait s'il reviendra jamais sur ce travail, pour le rédiger et le publier; il lui faudrait pouvoir disposer de tout son temps : il a du reste beaucoup d'autres sujets qui se présentent à lui, et auxquels il attache une plus grande importance.

Bessel répond à Gauss, le 17 octobre 1843 [(*b*), p. 558] :

« ... Quel dommage qu'un aussi grand travail que le vôtre sur Pallas n'ait pas vu le jour! Indépendamment des résultats particuliers concernant cette planète, il n'aurait pu qu'être fécond par ses conséquences générales. Je vois, par ce que vous me dites, qu'il reste bien peu d'espoir que vous le fassiez jamais connaître. »

On peut conclure des citations précédentes que Gauss était en possession d'une théorie entièrement nouvelle des perturbations de Pallas par Jupiter, l'un des problèmes les plus épineux de la Mécanique céleste; cette théorie devait être assez complète et assez exacte, puisqu'elle avait conduit Gauss à modifier le premier, et d'une quantité notable, la valeur de la masse de Jupiter déterminée par Bouvard, et à laquelle Laplace, appliquant les règles du Calcul des probabilités, avait attribué une précision exagérée.

Les astronomes regrettent tous avec Bessel que cette théorie n'ait pas été publiée; elle avait déjà pour elle la sanction de l'observation; mais, venant de l'auteur du *Theoria Motus,* il est certain qu'on y aurait trouvé des idées nouvelles et profondes, qui n'auraient pu manquer d'amener de grands progrès dans cette branche de la Science. Si les papiers de Gauss existent encore, on pourrait peut-être publier quelques fragments qui donneraient une idée de la méthode suivie par l'illustre géomètre.

Digitized by Google

OBSERVATIONS

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS (ÉQUATORIAL DE $0^m,38$; TOUR DE L'EST),

PAR MM. HENRY.

MM. Paul et Prosper Henry ont pu apercevoir les satellites de Neptune et de Mars pendant le mois de janvier, avec l'excellent objectif de 14 pouces construit et mis par eux à la disposition de l'Observatoire. Ces habiles observateurs ont même pu en obtenir quelques mesures que nous nous empressons de publier :

Satellite de Neptune.

1884.	Heure de l'obs.	Distance.	N. de comp.	Angle de pos.	N. de comp.
	h m s	"		°	
Janvier 24.....	7.55.17	13,49	16	198,3	6
Janvier 29.....	9.25.35	16,71	20	223,2	6
Février 1.....	10.40.21	17,68	20	46,5	6

Deuxième satellite de Mars (Deimos).

1884.	Heure de l'obs.	Distance.	N. de comp.	Angle de pos.	N. de comp.
Janvier 24.....	$12^h23^m56^s$	46",46	12	264°,7	5

Le satellite était de 15e grandeur environ.

Grossissement employé : 250.

OBSERVATIONS DE LA COMÈTE PONS-BROOKS.

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS (ÉQUATORIAL DE $0^m,31$; TOUR DE L'OUEST).

PAR M. G. BIGOURDAN.

Dates		Étoiles de comp.			Grandeurs.	⊼ ⊸—★	⊙ ⊸—★
					NOVEMBRE 1883.		
				°		m s	′ ″
20.....	*a*	2712	B. D.	+49	9	+0.15,48	+3.31,6
23.....	*b*	2627	»	+48	6	+3.21,27	+0.11,8
26.....	*c*	2608	»	+47	8	+1.23,36	—6.39,9
27.....	*d*	2625	»	+47	9	—0.35,00	+2. 1,1
27.....	*d*	Id.			9	—0.28,24	+1.36,4
					DÉCEMBRE 1883.		
1.....	*e*	2517	B. D.	+46	9,5	+1. 3,03	+1.12,6
6.....	*f*	3046	»	+44	9,5	+0. 6,71	+2.28,4
7.....	*g*	3057	»	+44	8,5	+2. 2,48	+0.29,6
11.....	*h*	3350	»	+42	9	+0.42,94	»
11.....	*h*	Id.			9	+1. 7,67	+1.37,0
12.....	*i*	3386	B. D.	+42	6	»	+7.50,0
16.....	*j*	3984	»	+39	8,5	+0.23,58	»

Digitized by Google

Dates.		Étoiles de comparaison.		Grandeurs.	Æ ✶—✶	⑮ ✶—✶
		Décembre 1883 (*suite*).				
17.....	*k*	4042 B. D.	+39°	9	—2.16m,06s	+0°. 3',9
18.....	*l*	3940 »	+38	7,5	—0. 8,52	+2.41,8
		Janvier 1884.				
3.....	*m*	1437 Weisse₂ 21h		8	+0.19,81	—4. 5,7
3.....	*n*	Anonyme		9,5	+0.13,62	+0.12,7
9.....	*o*	4931 B. D	+ 8	9,5	—0.51,14	—0. 4,0
12. ...	*p*	45131-32 Lalande		8,5	+1.27,45	—3.23,3
12.....	*q*	45338 Lalande		8,5	—4.34,83	—1.52,6
15.....	*r*	Anonyme		9	—0.47,24	—5. 6,7

Positions des étoiles de comparaison.

Dates.		Æ moy.	Réd. au j.	⑮ moy.	Réd. au j.	Autorité.
		Novembre 1883.				
20....	*a*	17h.53m.29s,8	—0s,21	+49°. 0'.43"	+17",5	B. D.
23....	*b*	18. 0. 5,45	—0,16	+48.27.31,4	+17,6	Arg.Œ₁.
26....	*c*	18.13.34,81	—0,05	+47.52. 8,8	—18,8	Id
27....	*d*	18.19. 2,02	+0,01	+47.30.17,4	+19,3	Id
		Décembre 1883.				
1....	*e*	18.34.22,4	+0,16	+46.26.21	+20,2	B. D.
6....	*f*	18.58.19,22	+0,42	+44.50.44,6	+22,2 (1)	
7....	*g*	19. 1.19,9	+0,46	+44.29. 4	+22,4	B. D.
11....	*h*	19.24. 9,3	+0,73	+42.43.46	+24,1	B. D.
12....	*i*	19.30.52,25	+0,85	+42. 9.24,7	+25,7	Yarnall₂.
16....	*j*	19.54.14,7	+1,11	+39.53.35	+26,2	B. D.
17....	*k*	20. 3.27,0	+1,21	+39.14.48	+26,9	B. D.
18....	*l*	20. 7.23,78	+1,27	+38.31.51,2	+27,0	Yarnall₂.
		Janvier 1884.				
3....	*m*	21.58.49,05	—0,26	+19.42.28,7	+11,0	Weisse₂.
3....	*n*	21.59.37	—0,26	+19.28.11	+10,9 (2)	
9....	*o*	22.41.28,2	—0,09	+ 8.34.37	+ 6,6	B. D.
12....	*p*	22.58.23,93	—0,10	+ 2.55. 8,7	+ 4,2 (3)	
12....	*q*	23. 4.32,31	—0,07	+ 2.51.43,6	+ 4,0 (4)	
15....	*r*	23.18.40	—0,08	— 2.42.58	+ 1,7 (5)	

(1) Rapportée à 1844 Weisse₂ 18h.
(2) Position approximative.
(3) 2 observations, Paris, 1871-72.
(4) 5 observations, Paris, 1874.
(5) Position approximative.

Digitized by Google

Positions apparentes de la comète.

Dates.	T. m. de Paris.	⋇ app.	Log. f. p.	⑮ appar.	Log. f. p.	N. de comp.
			NOVEMBRE 1883.			
	h m s	h m s		° ′ ″		
20...	9.53.41	17.53.45,1	$\bar{1}$,713	+49. 4.32	0,814	20:18
23...	7.29. 6	18. 3.26,56	$\bar{1}$,766	+48.28. 0,1	0,594	18:24
26...	9.31.17	18.14.58,12	$\bar{1}$,721	+47.45.47,7	0,796	24:32
27...	7. 5.19	18.18.27,03	$\bar{1}$,751	+47.32.37,8	0,557	24:18
27...	7.45.16	18.18.33,79	$\bar{1}$,760	+47.32.14,0	0,636	20:18
			DÉCEMBRE 1883.			
1...	9. 9.38	18.35.25,59	$\bar{1}$,727	+46.27.55,8	0,771	12:8
6...	7.28.59	18.58.26,35	$\bar{1}$,736	+44.53.31,6	0,622	24:24
7...	7. 0.34	19. 3.22,8	$\bar{1}$,723	+44.29.56	0,569	18:24
11...	7.30.14	19.24.53,0	$\bar{1}$,720	»	»	12:0
11...	9.16.49	19.25.17,7	$\bar{1}$,702	+42.45.47	0,785	18:24
12...	8. 6.54	»	»	+42.17.40,4	0,692	0:20
16...	7. 9.12	19.54.39,4	$\bar{1}$,687	»	»	12:0
17...	9. 5. 4	20. 1.12,2	$\bar{1}$,691	+39.15.19	0,772	15:20
18...	7.43. 8	20. 7.16,53	$\bar{1}$,692	+38.35. 0,0	0,664	21:20
			JANVIER 1884.			
3...	6.19.41	21.59. 8,60	$\bar{1}$,487	+19.38.34,0	0,693	15:18
3...	8.42.49	21.59.50	$\bar{1}$,613	+19.28.35	0,781	20:15
9...	6.51. 8	22.40.37,0	$\bar{1}$,487	+ 8.34.40	0,779	27:30
12...	7.12.23	22.59.51,28	$\bar{1}$,503	+ 2.51.49,6	0,810	24:30
12...	7.36.16	22.59.57,41	$\bar{1}$,531	+ 2.49.55,0	0,812	9:14
15...	7.46.49	23.17.53	$\bar{1}$,536	— 2.48. 3	0,830	18:12

Remarque. — Pour les observations faites en 1883, les positions des étoiles sont rapportées à l'équinoxe moyen de 1883,0; pour les autres, elles sont rapportées à l'équinoxe moyen de 1884,0.

OBSERVATIONS DE LA COMÈTE PONS-BROOKS,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS (ÉQUATORIAL COUDÉ).

PAR M. PÉRIGAUD.

JANVIER 1884.

Dates		T. m. de Paris.	⋇ app.	Corr. éph (¹).	⑮ app.	Corr. éph. (¹).	N. de comp
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
15	*a*	5.30.56,3	23.17.20,41	+17,62	— 2.37.42,8	—6.18,5	3
16	*b*	6.19.16,3	23.23.11,90	+17,30	— 4.31. 9,6	—6.12,9	5
24	*c*	6. 2.36,2	0. 2.51,72	+15,09	—17.42.11,6	—5.16,7	4
25	*d*	6. 7.34,5	0. 7. 8,81	+14,39	—19. 8.49,1	—5. 8,3	4

(¹) *Astronomische Nachrichten*, n° 2560.

Digitized by Google

Positions des étoiles de comparaison.

	Étoiles.	Æ moy. pour 1884,0.	Réd. au j.	⦶ moy. pour 1884,0.	Réd. au j.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a	45981 Lal.	23.23.29,69	—0,05	— 2.25.46,6	+1,7	5 obs. mérid. Paris
b	46056 »	23.25.31,83	—0,07	— 4.43.15,0	+0,8	2 »
c	2 Bal.	23.57.47,75	—0,16	—17.58.53,6	—4,5	Conn. des Temps
d	48 Lal.	0. 5.40,14	—0,16	—19.14.45,0	—5,2	Cat. Lal.

OBSERVATIONS DE LA COMÈTE PONS-BROOKS,

FAITES A L'OBSERVATOIRE D'ALGER,

PAR M. CH. TRÉPIED.

DÉCEMBRE 1883.

Dates.		Étoiles de comp.	Grandeur.	Æ ✱—✱	⦶ ✱—✱
		°		m s	′ ″
12.....	*a*	3379 B. D +42	9,1	+0.55,13	—3. 8,1
13.....	*b*	3451 B. D +41	7,5	—0.38,46	—7.51,2
16.....	*c*	3973 B. D +39	9,5	+0.36,05	—0.10,4
22.....	*d*	4197 B. D +35	8,3	+0.49,85	—5.43,4
23.....	*e*	4138 B. D +34	9,5	+0.35,89	—7.25,1
24.....	*f*	4057 B. D +33	9,3	+1.51,12	—2.26,0
29.....	*h*	4164 B. D +26	4,5	+0.34,31	+3.25,9
29.....	*h*	Id	4,5	+1.28,80	—7. 3,9
30.....	*k*	4572 B. D +25	8,5	+0.20,86	—0.35,8
31.....	*l*	4465 B. D +24	7,8	—1.50,08	—5.35,1

DÉCEMBRE 1883.

Dates.	Æ moy. 1883,0.	Réd. au j.	⦶ moy. 1883,0.	Réd. au j.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
12...	19.29.50,37	+0,77	+42.20. 2,4	+24,4	Bonn, t. VI.
13...	19.37.22,89	+0,86	+41.52. 0,4	+25,1	Weisse, t. XIX, 1187.
16...	19.53.35,11	+1,07	+40. 0.53,7	+26,0	Bonn, t. VI.
22...	20.33.40,19	+1,60	+35.13.35,2	+28,2	Weisse, t. XX, 1118.
23...	20.39.57,69	+1,66	+34.23.38,8	+28,4	Bonn, t. VI.
24...	20.46.24,84	+1,76	+33.10. 0,4	+28,5	Id.
29...	21.22.30,32	+2,19	+27. 5.58,4	+29,0	Weisse, t. XXI, 507.
30...	21.30. 1,25	+2,26	+25.44.44,0	+29,0	Lalande, 42062.
31...	21.39.31,71	+2,36	+24.19.35,1	+28,9	Rumker, 9439.

Digitized by Google

DÉCEMBRE 1883.

Dates.	T. m. d'Alger.	☊ appar.	Log. f. p.	☋ appar.	Log. f. p.	N. de comp.
	h m s	h m s		° ′ ″		
12...	8.27.43	19.30.46,27	$\bar{1}$,805	+42.17.18,7	0,639	17:10
13...	9.10.41	19.36.45,29	$\bar{1}$,787	41.44.34,3	0,716	10:5
16...	6.21.57	19.54.11,18	$\bar{1}$,750	40. 1. 9,3	0,328	6:9
22...	9.30.31	20.34.31,64	$\bar{1}$,748	35. 8.20,0	0,732	19:10
23...	6.37. 1	20.40.36,34	$\bar{1}$,704	34.16.42,1	0,389	11:5
24...	9. 5.49	20.48.17,65	$\bar{1}$,750	33. 8. 2,9	0,694	12:12
29...	5.59.51	21.23. 6,82	$\bar{1}$,590	27. 9.53,3	0,398	8:8
29...	9. 0.20	21.24. 1,31	$\bar{1}$,722	26.59.22,0	0,792	8:4
30...	6. 8. 6	21.30.24,37	$\bar{1}$,708	25.44.37,2	0,431	12:10
31...	6.27.55	21.37.43,99	$\bar{1}$,610	24.14.28,9	0,477	20:10

OBSERVATIONS DES POSITIONS RELATIVES DES DEUX NOYAUX PRINCIPAUX DE LA GRANDE COMÈTE DE SEPTEMBRE 1882 (II, 1882),

PAR M. G. BIGOURDAN.

		T. m. du lieu.	Angle de pos.	Dist.
		h m	°	″
1882.	Novembre	29 à 15.14	151,0	21
		30 16.28	146,3	»
	Décembre	3 16.13	151,7	25
		7 14.40	158,1	»
1883.	Janvier	30 9.33	238,7	38
	Février.....	2 11.19	246,4	33,6
		5 8.11	248,5	33,9
		6 9. 7	248,9	34,4
		9 9.25	252,2	34,4
		11 7.29	246,9	»
		13 8. 9	250,8	34,4
	Mars.....	2 8.14	258,8	35,3
		3 8. 0	259,5	33,7

Les quatre premières de ces observations ont été faites à la Martinique, à l'Observatoire de la Mission française du passage de Vénus (¹), avec une lunette de $0^m,160$ d'ouverture; le noyau précédent était alors le plus brillant.

A partir du 30 janvier inclusivement les mesures ont été faites avec l'équatorial de la tour de l'Ouest, à l'Observatoire de Paris

(¹) Longitude $4^h13^m41^s$ ouest de Paris; latitude $+14°36'20''$.

Digitized by Google

(ouverture : $0^m,305$); le noyau le plus brillant passait alors le second.

Du 7 décembre 1882 au 30 janvier 1883 l'angle de position a changé considérablement, mais le sens du mouvement ne peut présenter aucune incertitude : il est indiqué par ces seules observations, et d'ailleurs, le 12 janvier 1883, le Dr Lamp, à Kiel, a trouvé 210°,7 pour l'angle de position.

J'ai aperçu parfois un troisième noyau, mais beaucoup plus faible que les deux autres et avec lesquels il n'était pas possible de le confondre : on ne peut douter que ces observations ne se rapportent toutes aux deux mêmes noyaux.

Les distances pour lesquelles le chiffre des dixièmes n'est pas donné sont moins sûres que les autres.

DÉCOUVERTE D'UNE COMÈTE.

Le 12 janvier 1884, M. Ellery, directeur de l'Observatoire de Melbourne (Australie), a découvert une petite comète dans la position suivante, pour midi de Greenwich,

$$\text{Æ} = 22^h 40^m, \quad \text{Ⓓ} = -40°8'.$$

Elle marchait rapidement vers le sud-est. Comme on le voit, elle était trop basse pour être visible dans nos latitudes.

ÉPHÉMÉRIDE DE (57) MNÉMOSYNE

(10°,7 GRANDEUR),

PAR M. WILHELM LUTHER, A DÜSSELDORF.

(L'éphéméride est calculée pour 12^h, temps moyen de Berlin.)

FÉVRIER 1884.

Dates.	Æ	Ⓓ	log Δ.	T. de l'aberr.
	h m s	° ′		m s
16.....	10.12.22,6	— 5.51,8	0,34641	18.25
17.....	11.40,0	45,6	34614	24
18.....	10.57,2	39,4	34593	24
19.....	10.14,4	32,9	34577	23
20.....	9.31,5	26,3	34567	23
21.....	8.48,7	19,5	34562	23

Digitized by Google

Dates.	Æ	⦶	log. Δ.	T. de l'aberr.
	h m s	° ′		m s
22.....	10. 8. 5,9	— 5.12,6	0,34564	18.23
23.....	7.23,2	5,6	34571	23
24.....	6.40,7	— 4.58,5	34584	23
25.....	5.58,4	51,3	34603	24
26.....	5.16,3	44,0	34627	25
27.....	4.34,6	36,6	34657	25
28.....	3.53,3	29,1	34692	26
29.....	3.12,4	21,5	34733	27
		Mars.		
1.....	10. 2.32,1	— 4.13,8	0,34780	18.28
2.....	1.52,3	6,1	34833	30
3.....	1.13,0	— 3.58,3	34892	31
4.....	10. 0.34,4	50,4	34956	33
5.....	9.59.56,4	42,5	35025	35
6.....	59.19,0	34,5	35099	37
7.....	58.42,2	26,5	35179	39
8.....	9.58. 6,1	— 3.18,5	0,35264	18.41

NOUVELLE ÉPHÉMÉRIDE DE (78) DIANA

(9ᵉ,2 grandeur),

Par M. WILHELM LUTHER.

(L'éphéméride est calculée pour 12ʰ, temps moyen de Berlin.)

Février 1884.

Dates.	Æ	⦶	log Δ.	T de l'aberr.
	h m s	° ′		
16.....	9.36.46	+17.11,7	0,0488	
17.....	35.43	10,3	0496	
18.....	34.42	8,8	0505	m
19.....	33.41	7,2	0515	9.20
20.....	32.41	5,5	0526	
21.....	31.42	3,8	0538	
22.....	30.44	+17. 1,9	0551	
23.....	29.47	+16.59,9	0565	9.27
24.....	28.51	57,8	0579	
25.....	27.57	55,6	0595	
26.....	27. 3	53,3	0611	
27.....	26.12	51,0	0628	9.35
28.....	25.22	48,5	0644	
29.....	24.33	45,9	0665	

Digitized by Google

MARS.

Dates.	Æ	⑮	log Δ.	T. de l'aberr.
	h m s	° ′		m s
1.....	9.23.46	+16.43,2	0,0684	
2.....	23. 1	40,5	0705	9.45
3.....	22.18	37,6	0725	
4.....	21.36	34,7	0747	
5.....	20.56	31,6	0770	
6.....	20.18	28,4	0792	9.57
7.....	19.42	25,1	0816	
8.....	19. 8	21,7	0840	
9.....	18.36	18,2	0864	
10.....	18. 6	14,6	0890	10.11
11.....	17.38	10,9	0916	
12.....	17.12	7,2	0942	
13.....	16.49	+16. 3,3	0969	
14.....	16.27	+15.59,4	0996	10.26
15.....	16. 7	55,4	1024	
16.....	15.49	51,4	1051	
17.....	15.34	47,1	1080	
18.....	9.15.20	+15.42,8	0,1109	10.42

ÉPHÉMÉRIDE DE (82) ALCMÈNE.

(10°,5 GRANDEUR),

PAR M. WILHELM LUTHER, A DÜSSELDORF.

(L'éphéméride est calculée pour 12ʰ, temps moyen de Berlin.)

FÉVRIER 1884.

Dates.	Æ	⑮	log. Δ.	T. de l'aberr.
	h m s	° ′ ″		m s
23.....	11.52.56,35	+ 4.14.15,9	0,105362	10.34,3
24.....	52.15,78	17.53,3	104286	32,7
25.....	51.33,97	21.35,8	103289	31,3
26.....	50.50,98	25.23,0	102372	29,9
27.....	50. 6,87	29.14,5	101536	28,7
28.....	49.21,71	33. 9,7	100783	27,6
29.....	48.35,58	37. 8,2	100114	26,7

MARS.

1.....	11.47.48,55	+ 4.41. 9,6	0,099529	10.25,8
2.....	47. 0,70	45.13,3	099032	25,1
3.....	46.12,09	49.18,8	098621	24,5
4.....	45.22,82	53.25,8	098297	24,1
5.....	44.32,96	57.33,6	098062	23,7

Digitized by Google

Dates.	Æ	ⓓ	log. Δ.	T. de l'aberr.
	h m s	° ′ ″		m s
6.....	11.43.42,58	+ 5. 1.41,9	0,097915	10.23,5
7.....	42.51,76	5.50,2	097857	23,4
8.....	42. 0,58	9.57,9	097888	23,5
9. ...	41. 9,11	14. 4,7	098009	23,6
10.....	40.17,44	18.10,2	098218	23,9
11.....	39.25,64	22.13,8	098517	24,4
12.....	38.33,78	26.15,1	098904	24,9
8 13.....	37.41,95	30.13,6	099381	25,6
14.....	36.50,22	34. 9,0	099946	26,4
15.....	35.58,66	38. 0,8	100599	27,4
16.....	35. 7,36	41.48,5	101340	28,4
17.....	34.16,40	45.31,8	102168	29,6
18.....	33.25,84	49.10,3	103082	31,0
19.....	32.35,77	52.43,5	104082	32,4
20.....	31.46,25	56.11,1	105166	34,0
21.....	30.57,35	+ 5.59.32,6	106334	35,7
22.....	30. 9,14	+ 6. 2.47,8	107584	37,5
23.....	29.21,71	5.56,3	108915	39,5
24.....	28.35,13	8.57,7	110327	41,6
25.....	27.49,46	11.51,6	111817	43,8
26.....	27. 4,77	14.37,9	113384	46,1
27.....	26.21,12	17.16,1	115026	48,6
28.....	25.38,56	19.46,1	116742	51,1
29.....	24.57,17	22. 7,5	118530	53,8
30.....	24.16,99	24.20,1	120387	56,6
31.....	23.38,06	26.23,8	122312	10.59,5
		AVRIL.		
1.....	11.23. 0,48	+ 6.28.18,3	0,124303	11. 2,6

ÉPHÉMÉRIDE DE (11) PARTHÉNOPE

(9ᵉ,8 GRANDEUR),

PAR M. ROBERT LUTHER, A DÜSSELDORF.

(L'éphéméride est calculée pour 12 heures, temps moyen de Berlin.)

FÉVRIER 1884.

Dates.	Æ	ⓓ	log. Δ.	T. de l'aberr.
	h m s	° ′ ″		m s
17.....	11.29.28,97	+ 7.59.12,8	0,237491	14.20
18.....	28.46,21	+ 8. 6. 0,9	236131	17
19.....	28. 2,35	12.53,7	234834	15
20.....	27.17,45	19.50,8	233601	12
21.....	26.31,56	26.51,7	232434	10
22.....	25.44,71	33.56,0	231334	8

Digitized by Google

Dates.	Æ	⑩	log. Δ.	T. de l'aber.
	h m s	° ′ ″		m s
23.....	11.24.56,97	+ 8.41. 3,2	0,230302	14. 6
24.....	24. 8,38	48.12,8	229339	4
25.....	23.19,00	55.24,4	228446	2
26.....	22.28,90	+ 9. 2.37,5	227625	14. 1
27.....	21.38,12	9.51,5	226876	13.59
28.....	20.46,74	17. 6,0	226199	58
29.....	19.54,81	24.20,5	225596	57
		MARS.		
1.....	11.19. 2,41	+ 9.31.34,5	0,225067	13.56
2.....	18. 9,59	38.47,5	224612	55
3.....	17.16,43	45.59,0	224232	54
4.....	16.22,98	+ 9.53. 8,5	223927	53
5.....	15.29,32	+10. 0.15,5	223697	53
6.....	14.35,50	7.19,6	223541	53
8 7.....	13.41,59	14.20,4	223460	53
8.....	12.47,66	21.17,3	223454	52
9.....	11.53,77	28.10,0	223522	53
10.....	10.59,98	34.58,0	223665	53
11.....	10. 6,36	41.40,9	223881	53
12.....	9.12,96	48.18,3	224171	54
13.....	8.19,85	54.49,8	224533	55
14.....	7.27,09	+11. 1.15,0	224968	55
15.....	6.34,74	7.33,5	225474	56
16.....	5.42,86	13.45,0	226051	57
17.....	4.51,52	19.49,1	226698	13.59
18.....	4. 0,77	25.45,4	227415	14. 0
19.....	3.10,67	31.33,6	228200	2
20.....	2.21,28	37.13,5	229052	3
21.....	1.32,65	42.44,6	229970	5
22.....	11. 0.44,84	48. 6,8	230954	7
23.....	10.59.57,91	53.19,7	232001	9
24.....	59.11,90	+11.58.23,2	233111	11
25.....	58.26,88	+12. 3.16,8	234282	14
26.....	10.57.42,90	+12. 8. 0,4	0,235514	14.16

LA COMÈTE DE 1812 (PONS-BROOKS) DANS L'APPARITION DE 1883-1884;

Par MM. SCHULHOF et BOSSERT.

Dans le groupe des comètes dont la distance aphélie est approximativement égale au demi-grand axe de Neptune et qui comprend la comète de Halley et les comètes de 1812 (Pons), 1815 (Olbers),

Digitized by Google

1846, IV (de Vico), 1847, V (Brorsen), et 1852, IV (Westphal), la comète de Halley seule comptait jusqu'ici plusieurs apparitions connues. Actuellement on peut y ajouter la comète de 1812, qui a été retrouvée le 1er septembre 1883 par M. Brooks, à Phelps (États-Unis). En 1812, cette comète a été découverte par Pons, à Marseille, le 20 juillet, et par Bouvard, à Paris, le 1er août; on doit leur adjoindre Wisniewsky, l'astronome russe qui a observé à Novo-Tserkask (Sibérie) la grande comète de 1811, une année et demie encore après sa découverte par Flaugergues. Comme en témoigne une lettre à Fuss, le secrétaire de l'Académie de Saint-Pétersbourg, il a découvert cette comète à Novo-Tserkask le 30 juillet. Encke avait assigné à cet astre une durée de révolution de $70^{\text{ans}},7$, M. Plummer de $69^{\text{ans}},5$, MM. Schulhof et Bossert de $73^{\text{ans}},2$. Cette dernière valeur est en défaut de 7 mois environ.

Il est bien probable que cet astre a été vu plus d'une fois dans le passé; son éclat théorique, calculé d'après la formule photométrique, est très considérable si le passage au périhélie arrive vers le 6 décembre. Aussi bien en 1812, où le passage avait lieu le 15 septembre, qu'en 1883-1884, où il arrive le 26 janvier, la comète a été distinctement visible à l'œil nu avec une queue de 2° environ. Toutes les fois que, dans le passé, la comète a paru dans les mois d'octobre à février, elle a pu être remarquée des personnes attentives à de tels phénomènes; mais, dans les trois passages au périhélie qui précèdent 1812, cet astre n'a pas été observé, et des recherches faites dans les Catalogues de comètes pour trouver des apparitions antérieures n'ont pas abouti à des résultats positifs. Maintenant que la durée de révolution est connue avec une exactitude suffisante, il sera d'un grand intérêt de fixer, à l'aide de perturbations approchées, les époques de quelques-unes de ses apparitions passées, afin de décider si la comète a déjà été vue avant 1812.

La comète étant en cours d'observations dans l'hémisphère austral, il serait prématuré de déterminer définitivement son orbite. Nous nous proposons, dans ce travail, de fournir tous les documents qui pourraient servir à ce but et de déduire, au moins provisoirement, les corrections certainement faibles des éléments

Digitized by Google

suivants, basés sur la totalité des observations publiées jusqu'au milieu de janvier 1884.

T = 1884 JANVIER 25,754599 T. M. DE BERLIN.

$$\left.\begin{array}{l}\omega = 174^\circ.59'.59'',93\\ \Omega = 261.51.28,93\\ i = 69.\ 4.46,71\end{array}\right\}\text{équat. 1880,0.}\qquad \left.\begin{array}{l}\omega' = 199^\circ.11'.33'',21\\ \Omega' = 254.\ 5.42,29\\ i' = 74.\ 2.35,72\end{array}\right\}\text{éclipt. 1880,0.}$$

$$e = 0,9549960,$$
$$\log q = 9,8897099,$$

A l'aide de ces éléments nous avons déduit une éphéméride allant du 2 septembre à la fin de mai et dont nous donnons ici une première partie :

Dates.	Æ app.	Ⓓ app.	log Δ.	T. d'aberr.
	12h temps moyen de Berlin.			
	SEPTEMBRE 1883.			
	h m s			m s
3.	16.35.32,25	+64.51.51,2	0,37056	19.28
4.	16.34.25,84	+64.39.38,2	0,36867	19.23
5.	16.33.23,54	+64.27.17,4	0,36676	19.18
6.	16.32.25,29	+64.14.49,7	0,36483	19.13
7.	16.31.31,01	+64. 2.15,4	0,36288	19. 8
8.	16.30.40,65	+63.49.35,3	0,36093	19. 3
9.	16.29.54,19	+63.36.49,9	0,35895	18.58
10.	16.29.11,55	+63.23.59,7	0,35693	18.52
11.	16.28.32,67	+63.11. 5,0	0,35489	18.47
12.	16.27.57,50	+62.58. 6,4	0,35284	18.42
13.	16.27.25,97	+62.45. 4,4	0,35076	18.36
14.	16.26.58,04	+62.31.59,6	0,34866	18.31
15.	16.26.33,67	+62.18.52,1	0,34654	18.25
16.	16.26.12,80	+62. 5.42,3	0,34440	18.20
17.	16.25.55,36	+61.52.30,7	0,34223	18.15
18.	16.25.41,32	+61.39.17,5	0,34003	18. 9
19.	16.25.30,63	+61.26. 3,0	0,33781	18. 3
20.	16.25.23,26	+61.12.47,7	0,33556	17.58
21.	16.25.19,17	+60.59.31,8	0,33329	17.52
22.	16.25.18,33	+60.46.15,8	0,33099	17.47
23.	16.25.20,70	+60.32.59,9	0,32866	17.41
24.	16.25.26,25	+60.19.44,4	0,32631	17.35
25.	16.25.34,93	+60. 6.29,7	0,32392	17.29
26.	16.25.46,72	+59.53.16,1	0,32150	17.24
27.	16.26. 1,59	+59.40. 3,9	0,31904	17.18
28.	16.26.19,49	+59.26.53,5	0,31656	17.12
29.	16.26.40,41	+59.13.44,9	0,31404	17. 6
30.	16.27. 4,32	+59. 0.38,5	0,31148	17. 0

Digitized by Google

Dates.	⅋ app.	☾ app.	log Δ.	T. d'aberr.
		OCTOBRE 1883.		
	h m s	° ′ ″		m s
1.	16.27.31,17	+58.47.34,7	0,30889	16.54
2.	16.28. 0,95	+58.34.33,7	0,30627	16.48
3.	16.28.33,64	+58.21.35,5	0,30361	16.41
4.	16.29. 9,20	+58. 8.40,5	0,30091	16.35
5.	16.29.47,62	+57.55.48,9	0,29817	16.29
6.	16.30.28,87	+57.43. 0,9	0,29540	16.23
7.	16.31.12,94	+57.30.16,6	0,29258	16.16
8.	16.31.59,82	+57.17.36,3	0,28972	16.10
9.	16 32.49,50	+57. 4.59,7	0,28683	16. 4
10.	16.33.41,95	+56.52.27,4	0,28390	15.57
11.	16.34.37,16	+56.39.59,3	0,28092	15.51
12.	16.35.35,12	+56.27.35,4	0,27789	15.44
13.	16.36.35,86	+56.15.15,9	0,27482	15.37
14	16.37.39,36	+56. 3. 0,8	0,27171	15.31
15.	16.38.45,61	+55.50.50,0	0,26855	15.24
16.	16.39.54,63	+55.38.43,6	0,26533	15.17
17.	16.41. 6,46	+55.26.41,5	0,26207	15.10
18.	16.42.21,08	+55.14.43,9	0,25876	15. 3
19.	16.43.38,53	+55. 2.50,6	0,25540	14.56
20.	16.44.58,82	+54.51. 1,7	0,25199	14.49
21.	16.46.21,99	+54.39.17,1	0,24852	14.42

Nous donnons aussi une première partie des observations, ainsi que leur comparaison avec l'éphéméride. Les positions des étoiles sur lesquelles sont basées les observations pourront encore, dans une réduction définitive, subir de petites modifications. Nous avons recalculé, sans exception, toutes les réductions au jour des étoiles, et les facteurs parallactiques. Les quelques observations où la position de l'étoile de comparaison n'a pas été communiquée ont été conservées sans aucun changement.

Dates.	Lieux d'observ.	T. m. de Berlin.	⅋ géoc.	d⅋	☾ géoc.	d☾	Étoile.
			SEPTEMBRE 1883.				
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
3.	Harw. Coll.....	17. 3.10	16.35.16,04	—2,81	+64.49.34,1	+ 6,7	
4.	Harw. Coll. Ch..	16.57.25	16.34.12,31	—1,18	+64.37.24,9	+ 9,2	
4.	Harw. Coll. W..	18. 5.43	16.34. 7,36	—3,13	+64.36.46,7	+ 6,1	
5.	Milan	8.59.53	16.33.31,99	+0,07	+64.28.58,9	— 1,5	46
5.	Kiel.....	11. 8.42	16.33.28,17	—1,67	+64.27.43,7	—10,2	46
5.	Paris.....	11.25.48	16.33.25,33	—0,45	+64.27.44,6	— 0,5	46
5.	Vienne.....	12.52.46	16.33.22,76	+0,61	+64.27. 1,1	+ 1,0	46

Digitized by Google

Dates.	Lieux d'observ.	T. m. de Berlin.	⅄ géoc.	d⅄	ⅅ géoc.	dⅅ	Étoile.
			SEPTEMBRE 1883.				
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
5.	Harward Col....	13.48. 9	16.33.17,92	+1,91	+64.26.32,3	+ 0,8	
5.	Greenwich.....	15. 4.35	16.33.11,90	—4,75	+64.26.27,4	+35,5	46
5.	Leyde.....	15.17.39	16.33.16,64	+0,53	+64.25.38,8	— 6,5	46
5.	Cincinnati.....	16.43.34	16.33.12,91	+0,36	+64.24.56,7	— 4,0	
6.	Milan.....	8.46. 3	16.32.31,74	—1,92	+64.16.37,7	— 3,0	52
6.	Dun Echt.....	10. 1.12	11.32.30,98	+0,28	+64.16. 3,5	+ 1,9	52
6.	Kœnigsberg.....	10. 4.18	16.32.28,46	—2,12	+64.16.29,8	+29,8	46
6.	Harw. Col. W...	14. 0.22	16.32.19,78	—1,57	+64.13.57,5	+ 0,6	
6.	Harw. Col. Ch..	15.20. 9	16.32.19,08	+0,83	+64.13.29,1	+13,9	
6.	Cincinnati.....	16. 1.26	16.32.17,19	+0,53	+64.12.55,0	+ 1,4	
6.	Harw. Col. W...	21.21.49	16.32. 3,14	—1,23	+64.10.10,8	+ 4,7	
7.	Vienne.....	8.47.46	16.31.37,88	—0,84	+64. 4. 7,7	+ 1,2	52
7.	Milan.....	9. 4.37	16.31.36,73	—1,38	+64. 3.56,5	— 1,2	56
7.	Kiel.....	10.47.41	16.31.34,85	+0,88	+64. 3. 5,0	+ 6,8	52
7.	Marseille.....	11. 2.45	16.31.32,30	—1,49	+64. 2.55,4	— 0,2	32
7.	Arcetri.....	11.27.42	16.31.32,72	—0,16	+64. 2.46,4	+ 4,0	52
7.	Harward Coll...	13.50.33	16.31.25,09	—2,61	+64. 1.19,7	— 7,6	
7.	Hambourg.....	15. 1.30	16.31.23,62	—1,52	+64. 1. 0,7	+10,7	31
8.	Rome.....	9.49.38	16.30.44,99	—0,70	+63.50.42,0	—12,4	32
8.	Milan.....	9.56.26	16.30.45,93	+0,47	+63.50.47,2	— 3,6	32
8.	Dun Echt.....	10. 2. 1	16.30.45,31	+0,03	+63.50.57,0	+ 9,2	32
8.	Palerme.....	10. 8.32	16.30.46,31	+1,26	+63.50.41,8	— 2,6	32
8.	Marseille.....	10.38. 5	16.30.45,00	+0,95	+63.50.29,0	+ 0,2	32
8.	Paris.....	10.38.55	16.30.44,14	+0,11	+63.50.31,0	+ 2,7	32
8.	Padoue.....	11. 1.49	16.30.44,44	+1,19	+63.50.17,3	+ 1,0	32
8.	Padoue.....	11. 1.49	16.30.43,91	+0,65	+63.50.17,3	+ 1,0	35
8.	Arcetri.....	11. 8.41	16.30.42,89	—0,13	+63.50.15,3	+ 2,7	32
8.	Leyde.....	11.50. 6	16.30.41,96	+0,33	+63.49.55,5	+ 4,8	32
9.	Pulkowa.....	9.37.29	16.29.58,87	—0,34	+63.38.18,2	+ 2,2	43
9.	Kiel.....	10.16. 3	16.29.58,36	+0,35	+63.37.54,7	— 0,8	43
9.	Milan.....	10.51.35	16.29.55,96	—0,93	+63.37.42,6	+ 6,1	32
9.	Hambourg.....	11.27. 9	16.29.55,92	+0,13	+63.37.21,1	+ 3,6	43
9.	Paris.....	11.42.40	16.29.55,76	+0,45	+63.37.11,6	+ 2,4	43
9.	Strasbourg.....	12.11.35	16.29.54,80	+0,39	+63.36.59,5	+ 5,7	35
9.	Palerme.....	12.18.32	16.29.54,38	+0,18	+63.36.36,1	—13,9	32
9.	Harw. Coll.....	14.54.54	16.29.49,24	—0,15	+63.35.43,3	+16,7	
10.	Vienne.....	8.34.10	16.29.18,08	+0,12	+63.25.59,0	— 1,2	53
10.	Pulkowa.....	10. 7.22	16.29.14,96	—0,33	+63.25.10,8	+ 0,6	53
10.	Kiel.....	11.22.35	16.29.11,77	+0,32	+63.23.54,7	— 2,9	53
10.	Rome.....	11.32.12	16.29.12,26	—0,61	+63.24.39,0	+14,3	53
10.	Hambourg.....	11.49.48	16.29.12,30	—0,07	+63.24.16,4	+ 1,1	50
10.	Strasbourg.....	12.17. 7	16.29.11,62	+0,02	+63.24. 2,2	+ 1,6	29

Digitized by Google

Dates.	Lieux d'observ.	T. m. de Berlin.	⅄ géoc.	d⅄.	⑮ géoc.	d⑮	Étoile.
			SEPTEMBRE 1883.				
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
10.	Dun Echt.....	14.12.15	16.29. 8,50	+0,15	+63.23. 0,3	+ 1,5	58
11.	Kiel.....	12.14.39	16.28.34,46	+1,68	+63.11. 7,2	0,0	40
11.	Padoue.....	13.54. 8	16.28.31,73	+1,50	+63.10.16,4	+ 2,9	23
11.	Dun Echt.....	15. 9.51	16.28.28,01	—0,29	+63. 9.33,3	+ 0,6	58
12.	Pulkowa.....	9.25.39	16.28. 1,32	—0,21	+62.59.37,6	— 2,6	28
12.	Kœnigsberg.....	14.15.30	16.27.57,70	—2,89	+62.56.57,9	— 5,2	19
12.	Kœnigsberg.....	14.43.54	16.27.57,51	+2,70	+62.57. 0,3	— 2,8	22
12.	Strasbourg.....	14.43. 0	16.27.54,13	—0,05	+62.56.44,9	— 3,3	22
13.	Pulkowa.....	10.21.33	16.27.28,02	—0,38	+62.46.11,2	+ 3,1	22
13.	Strasbourg.....	15.33.43	16.27.21,74	—0,24	+62.43.19,5	+ 1,3	22
13.	Strasbourg.....	15.56.27	16.27.21,38	—0,13	+62.43. 9,7	— 3,9	19
14.	Pulkowa.....	9.58.57	16.26.59,93	—0,66	+62.33.17,5	— 1,7	17
14.	Kiel.....	15.58.59	16.26.52,97	—1,12	+62.30. 0,0	+ 0,9	37
17.	Pulkowa.....	8.38.32	16.25.56,98	—0,82	+61.54.40,1	+ 8,5	3
19.	Rome.....	8.21.51	16.25.33,07	+0,92	+61.27.39,5	—33,9	41
19.	Kiel.....	8.42.15	16.25.31,95	—0,07	+61.28. 2,3	— 0,1	5
19.	Strasbourg.....	9.54. 2	16.25.31,86	+0,31	+61.27.25,1	+ 2,6	5
19.	Harw. Coll.....	13.45. 6	16.25.33,14	+3,04	+61.24.57,8	—17,1	5
20.	Milan.....	9. 1. 7	16.25.23,34	—0,73	+61.14.47,0	+10,5	5
21.	Strasbourg.....	9.53.59	16.25.19,59	+0,16	+61. 0.50,3	— 1,1	11
21.	Alger.....	10.12.15	16.25.19,32	—0,08	+61. 0.41,1	— 0,2	18
21.	Dun Echt.....	10.23.57	16.25.19,39	+0,02	+61. 0.34,7	— 0,1	18
22.	Kœnigsberg.....	8.38.17	16.25.18,72	—0,47	+60.48.13,8	— 3,4	2
22.	Milan.....	8.49. 2	16.25.18,71	—0,45	+60.48.10,6	— 0,6	25
22.	Padoue.....	9.29.46	16.25.18,42	+0,16	+60.47.43,9	— 4,8	25
22.	Padoue.....	9.29.46	16.25.18,07	—0,19	+60.47.43,1	— 5,6	18
22.	Alger.....	10.14.28	16.25.18,67	+0,39	+60.47.23,3	— 0,7	25
23.	Milan.....	8.29.34	16.25.20,36	+0,25	+60.35.10,8	+ 4,8	2
23.	Kiel.....	8.42.29	16.25.20,91	+0,77	+60.35. 1,7	+ 2,8	4
23.	Paris.....	8.51.46	16.25.20,81	+0,64	+60.34.56,0	+ 2,3	4
23.	Vienne.....	9. 0. 1	16.25.20,85	—0,66	+60.34.52,3	+ 3,2	4
23.	Hambourg.....	10.22.36	16.25.20,44	+0,05	+60.34. 7,4	+ 3,9	4
23.	Padoue.....	11.26.12	16.25.20,84	+0,29	+60.33.24,2	— 4,2	2
23.	Washington.....	14.10.11	16.25.21,38	+0,36	+60.31.55,9	— 1,9	4
24.	Paris.....	9.35.31	16.25.26,40	+0,93	+60.21.17,0	+ 3,1	14
24.	Washington.....	17.24.33	16.25.28,68	+0,86	+60.16.53,7	— 1,3	1
25.	Milan.....	7.59. 2	16.25.32,91	—0,23	+60. 8.53,5	+ 1,2	13
25.	Padoue.....	10. 0.49	16.25.35,63	+1,65	+60. 7.55,3	+10,2	13
25.	Padoue.....	10. 0.49	16.25.35,56	+1,58	+60. 7.56,6	+11,5	15
25.	Leyde.....	11.11.57	16.25.34,86	+0,39	+60. 7. 3,1	— 2,8	15
26.	Milan.....	7.55.57	16.25.45,54	+1,19	+59.55.45,0	+ 4,9	15
26.	Rome.....	8.18.57	16.25.45,32	+0,77	+59.55.37,7	+10,3	42

Digitized by Google

Dates.	Lieux d'observ.	T. m. de Berlin.	Æ géoc.	dÆ.	⊕ géoc.	dδ	Étoile
			SEPTEMBRE 1883.				
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
26.	Nice.....	9.27.32	16.25.45,86	+0,70	+59.54.51,7	+ 2,0	42
26.	Vienne.....	9.34.35	16.25.46,69	+1,46	+59.54.42,1	— 3,7	26
26.	Padoue.....	9.55.13	16.25.46,34	+0,92	+59.54.36,8	— 2,3	9
26.	Padoue.....	9.55.13	16.25.45,95	+0,53	—59.54.34,2	— 0,4	15
26.	Marseille.....	10.11.35	16.25.46,83	+1,26	+59.54.25,6	+ 0,1	15
26.	Greenwich.....	10.48.35	16.25.47,77	+1,86	+59.54. 4,7	— 0,3	15
26.	Washington S...	13.44.20	16.25.48,23	+0,70	—59.52.21,9	— 6,4	15
26.	Washington F...	15.57.47	16.25.47,91	—0,88	+59.51.17,7	+ 2,9	9
27.	Alger.....	10. 5.31	16.26. 0,09	—0,01	+59.41.16,7	+ 0,4	9
27.	Paris.....	13.22.22	16.26. 2,28	—0,05	+59.39.28,6	+ 0,4	9
27.	Hambourg.....	14. 2.51	16.26. 3,36	+0,57	+59.39. 1,4	— 4,6	9
28.	Tachkent.....	5.58.45	16.26.13,85	—0,64	+59.38.28,7	+ 8,1	9
28.	Dresde.....	8.13.14	16.26.16,33	+0,09	+59.29. 8,8	+ 1,5	26
28.	Strasbourg.....	8.36.34	16.26.16,65	+0,10	+59.28.58,0	+ 3,5	12
28.	Washington.....	13.10.59	16.26.17,61	—2,61	+59.26.18,7	— 5,3	26
28.	Prague.....	15.37.53	16.26.21,44	—0,79	+59.24.47,5	—15,8	26
29.	Nice.....	9. 6.37	16.26.37,24	—0,23	+59.15.29,8	+ 0,7	57
29.	Hambourg.....	13.36.29	16.26.41,43	—0,22	+59.13. 4,8	+ 3,3	57
30.	Milan.....	7.48.34	16.26.58,27	—1,37	+59. 3.11,4	+61,5	7
30.	Padoue.....	9.38.52	16.27. 2,03	+0,49	+59. 2. 9,8	+ 5,1	21
30.	Hambourg.....	11.10. 6	16.27. 3,33	+0,19	+59. 1.12,2	— 2,8	7
30.	Paris.....	11.26.23	16.27. 3,66	+0,23	+59. 1. 7,5	+ 1,4	21
30.	Washington.....	15.46.48	16.27. 5,91	—2,14	+58.58.47,4	+ 3,3	7

(A suivre.)

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY. Londres, in-8°.

(T. XLIV; 1883-1884).

N° 1; novembre 1883.

Dunkin (*E.*). — Note sur les erreurs tabulaires de l'ascension droite du Soleil à Greenwich.

Dans le Tableau des erreurs tabulaires moyennes de la longitude du Soleil, donné par M. Stone dans son Mémoire sur *Une explication de la*

Digitized by Google

principale cause des erreurs sensibles existant actuellement entre les positions de la Lune déduites des Tables de Hansen et les positions observées, etc. (*Monthly Notices*, t. XLIII, p. 337), on trouve des variations remarquables, et surtout un brusque accroissement dans les erreurs après l'année 1872, qui font désirer une explication. D'après M. Stone, cet accroissement, en moyenne de 0",052 par an, serait l'effet du changement de l'unité de temps adoptée par Le Verrier dans ses *Tables du Soleil*.

M. Dunkin pense que l'augmentation apparente des erreurs tabulaires de l'ascension droite du Soleil est aussi bien l'effet de l'équation personnelle des observateurs. En effet, des observateurs, même exercés, diffèrent notablement dans leur manière d'observer les bords du Soleil et de la Lune (*Monthly Notices*, t. XXIX et XXXV). En relevant les observations de Greenwich de 1864 à 1881 et les groupant d'année en année pour chacun des observateurs principaux, on voit combien les erreurs tabulaires sont influencées par l'introduction de nouveaux observateurs.

En rapportant tous les nombres à ceux de l'un des observateurs (M. Criswick), qui n'a pas cessé d'observer dans l'intervalle des deux époques, on a une série de comparaisons entre M. Criswick et chacun des observateurs, et indirectement entre deux observateurs; les différences atteignent 1"; par suite on peut déduire les corrections à appliquer à la moyenne de toutes les erreurs pour les années dans lesquelles il y a eu changement d'observateurs; chaque observateur fait à peu près chaque année le sixième du nombre total des observations.

Le Tableau suivant contient, en partie, la moyenne des erreurs déterminées par tous les observateurs (assistants et auxiliaires) pour chaque année, avec les valeurs corrigées des équations personnelles à cause des changements des assistants (colonnes 2 et 3), et aussi les moyennes des erreurs tabulaires déduites des observations des seuls assistants, ainsi que les valeurs corrigées (colonnes 5 et 6).

	"	"	Obs.	"	"	Obs.
1867.....	—0,20	—0,20	92	—0,44	—0,44	65
1868.....	+0,24	+0,24	131	—0,17	—0,17	86
	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1871.....	+0,32	+0,28	112	—0,22	—0,26	74
1872.....	—0,12	—0,30	120	—0,27	—0,54	83
1873.....	+0,51	+0,04	124	+0,36	—0,35	90
	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1880.....	+0,81	+0,48	115	+0,23	—0,43	64
1881.....	+0,73	+0,18	120	+0,64	—0,18	87

Digitized by Google

On voit que l'erreur tabulaire est bien diminuée; les discordances qu'on trouve encore dans la troisième colonne s'expliquent, pour la plupart, en tenant compte des équations personnelles des auxiliaires, parfois très sensibles.

Les observations de M. Criswick, dont la manière d'observer ne paraît pas avoir changé, et celles des assistants, partagées en trois groupes, donnent d'un autre côté :

	"	Obs.	"	Obs.
1864-1869.....	+0,36	132	—0,19	479
1870-1875.....	+0,32	113	—0,26	472
1876-1881.....	+0,31	92	—0,29	359

Ces nombres indiqueraient plutôt que l'erreur diminue. M. Dunkin a fait remarquer déjà que des particularités semblables se présentent dans le cas de la Lune.

Asaph Hall. — Note sur la masse de Saturne.

M. Asaph Hall a observé, pendant les trois années 1875, 1876, 1877, avec l'équatorial de 26 pouces de Washington, les différences d'ascension droite et de déclinaison de Japetus, le satellite le plus éloigné de Saturne, et de la planète elle-même. Chaque année le satellite était observé dans les deux positions avant et après la planète.

Les différences observées d'ascension droite et de déclinaison ont servi à former les équations de condition d'après la méthode employée par Bessel dans son travail *sur l'orbite de Titan* (*Astronomische Nachrichten,* Band IX). La solution des équations par la méthode des moindres carrés donne, pour la distance moyenne de Japetus et de Saturne, à la distance 9,53885 :

	"	"	Obs.
1875.....	$a = 515,594$	$\pm 0,056$	57
1876.....	$a = 515,454$	$\pm 0,058$	40
1877.....	$a = 515,517$	$\pm 0,053$	31
	$a = 515,522$		128

L'accord est très satisfaisant; toutes les erreurs autres que les erreurs systématiques paraissent éliminées; la petite variation d'éclat du satellite se montre sans importance.

Pour déterminer le temps de révolution de Japetus, M. Hall a comparé ses propres observations à celles de W. Herschel et J. Herschel, une longue série d'observations faites à Marseille, en 1787, par Bernard, n'ayant pu être utilisée.

Temps de révolution..... $79^{j},3310152$.

Digitized by Google

Avec ces données, M. Hall obtient, pour la masse de Saturne,

$$\text{Masse de Saturne}\ldots\ldots\ \frac{1}{3482,2},$$

c'est-à-dire une masse plus forte que celle trouvée par Bessel au moyen de Titan (*Astronomische Nachrichten,* Band XI)

$$\text{Masse de Saturne}\ldots\ \frac{1}{3501,6 \pm 1,2};$$

d'un autre côté, le calcul des perturbations a conduit Le Verrier à diminuer la masse provisoire $\frac{1}{3512}$, qui est devenue $\frac{1}{3529,6}$. Il y a donc là une contradiction apparente.

Il y a une série d'observations de Japetus par Bessel dans les Volumes des *Observations de Königsberg,* 1832 à 1837. Japetus était comparé à Titan au moyen de l'héliomètre, et il serait intéressant d'avoir une détermination de l'orbite de Japetus et une masse de la planète en appliquant à ces mesures la méthode proposée par O. Struve (voir *Mélanges mathématiques et astronomiques de Saint-Pétersbourg,* t. VI. — *Ueber die Bestimmung der Masse des Jupiters durch Beobachtungen der gegenseitigen Entfernungen und Richtungen seiner Satelliten,* von O. Backlund).

Wentworth Erck. — La disparition des satellites de Jupiter.

Johnson (*Rev. S.-J.*). — Jupiter sans satellites visibles.

Observations intéressantes faites dans la matinée d'octobre 15, 1883; elles montrent que les erreurs des Tables pour le quatrième satellite montent à vingt-quatre minutes.

Parsons (*F.-J.*). — Éléments elliptiques de la comète 1882, I.

Les éléments sont déduits de six positions normales; les observations sont au nombre de 230 en ascension droite, de 227 en déclinaison. Les lieux normaux répondent à des époques à peu près équidistantes d'un mois, de mars à août; le dernier lieu pour lequel les observations sont en plus petit nombre est encore basé sur 12 observations.

Les éléments conclus représentent bien les observations; l'orbite est presque parabolique; la période serait de 400000 ans.

Digitized by Google

Downing et *Maunder*. — Observations de la comète *b* 1883 (Pons-Brooks), faites à l'Observatoire Royal de Greenwich.

Deux observations de M. Downing et de M. Maunder. Diamètre apparent de la comète 2′21″.

Tebbutt (*John*). — Observation de l'étoile variable R. Carinæ de mai 1880 à septembre 1883.

Cette variable remarquable, qui correspond à l'étoile 3932 du Catalogue de Lacaille de 9766 étoiles, est rouge et a une période d'environ 313 jours; elle varie de la 4e à la 9e grandeur.

Powel (*E.-B.*). — Mesures d'étoiles doubles dans l'hémisphère sud.

Suite des résultats consignés dans le t. XXXII des *Mémoires*.

Tennant (Major-Général *J.-F.*). — L'humidité et son influence sur la marche des chronomètres.

L'auteur pense que les variations de marche observées par lui ne s'expliquent pas seulement par les variations de température; il conviendrait de voir comment les huiles des chronomètres se comportent sous l'influence de l'humidité et des pays tropicaux.

Denning (*W.-F.*). — Chute de gros météores. Les Muscides (octobre 17-22) et les Herculides (octobre 17-26).

Données intéressantes sur des essaims d'octobre et de novembre riches en bolides : essaim dont le point radiant correspond à 45° et + 22°, octobre 8 à novembre 28; essaim peu connu, fin d'octobre, radiant près de η Hercule, 247° et + 41°; il peut être identifié avec les déterminations de Heis (1) et de Konkoly (2). Cet essaim parait surtout actif à des intervalles de dix ans. Il convient de l'observer dans les premières heures de la nuit avant les Orionides.

Marth (*A.*). — Éphéméride des satellites de Mars, 1883-1884.

Suite des éphémérides déjà publiées par le même auteur pour Phobos et Deimos. O. C.

---

(1) Heis, *Resultate der in* 43 *Jahren* 1833-1875 *angestellten Sternschuppen-Beobachtungen*.

(2) *Beobachtungen angestellt am astrophysikalischen Observatorium in O' Gyalla*, 1879.

Digitized by Google

THE OBSERVATORY, *a Monthly Review of Astronomy*, edited by E.-W. Maunder, F. R. A. S. Londres, in-8 (1).

Tome VII; 1884.

JANVIER.

Séance de la Société Royale du 14 décembre 1883.

M. Ranyard lit un Mémoire *Sur une bande étroite sur la planète Saturne,* détail aussi observé vers la même époque par le Dr Copeland. M. Stone revient sur la question du changement de l'unité de temps. M. Adams observe que le désaccord entre la théorie de M. Stone et les faits provient de ce que le temps solaire moyen n'est pas mesuré par le mouvement du Soleil moyen en longitude, mais par son mouvement en angle horaire, qui est 365 fois plus grand.

Les remarquables couchers de Soleil dont on a été témoin dernièrement seraient dus, suivant M. Mattieu (Williams), à un nuage de poussière météorique. En recueillant une certaine quantité de neige, il trouva du fer dans le résidu, alors que le vent ne pouvait rien amener de semblable de Londres. Il y avait de l'oxyde de fer magnétique, peut-être du nickel. Il conviendrait dans les observatoires de montagne, comme ceux du Ben-Nevis et du puy de Dôme, de doser ainsi le fer contenu dans la neige, et cela dans des conditions météorologiques variées; on pourrait voir si la poussière est d'origine météorique, ou si c'est de la poussière de volcan transportée dans les hautes régions de l'atmosphère.

Il paraît sans doute possible, mais bien peu probable au premier abord à M. Ranyard, que l'éruption de Java soit pour quelque chose dans les couchers de Soleil. La Terre a pu rencontrer aussi un nuage météorique. La lumière se fera sur la question quand on saura à quel moment les phénomènes ont commencé dans les diverses stations; la poussière provenant de l'éruption de Java pourra être rapprochée du résidu de la neige. Mais il est difficile d'admettre que des particules de fer aient pu venir jusqu'à nous dans les airs à trois mois de distance. Le Président conclut que tout indique en effet qu'une grande perturbation s'est produite dans notre atmosphère.

Séance de la Société astronomique de Liverpool.

(1) Ce journal, fondé par M. Christie en 1877, est un complément indispensable aux *Monthly Notices*. L'*Observatory* se fait l'écho des discussions qui se produisent pendant les séances de la Société astronomique.

Digitized by Google

Burnham (*S.-W.*). — La période de l'étoile double δ Petit Cheval (OΣ, 535) (¹).

Les observations de W. Herschel, en 1781, ont montré que δ Petit Cheval faisait partie d'un couple; plusieurs observateurs l'ont ensuite mesuré. En 1852, Otto Struve reconnut que l'étoile principale de ce couple était elle-même un couple extrêmement serré (moins de 0",4). C'est sur ce dernier, qui possède un mouvement orbital rapide (période de 11 années environ) et aussi un mouvement propre très sensible, que M. Burnham appelle toute l'attention des observateurs pour les années prochaines.

Chandler (*S.-C.*). — Sur la connexion possible de la comète Pons-Brooks avec un essaim de météores (²).

La Terre traversant le plan de l'orbite de la comète vers le 6 décembre, l'auteur a cherché dans le Recueil de Heis et les autres publications les chutes de météores indiquées dans le voisinage de cette époque, et calculé les orbites des météores. La comparaison des éléments obtenus avec ceux de l'orbite de la comète ne permet pas de tirer encore des conclusions.

Hough. — Observations de Jupiter à l'Observatoire de Dearborn, Chicago.

Résumé de quelques détails intéressants relatifs à la variation des bandes équatoriales et de la tache rouge. Le professeur Hough rapproche ses observations d'anciennes observations de Hooke et Cassini en 1664, 1665 et 1666. Il pense qu'on a exagéré la rapidité du changement de la figure de Jupiter, entièrement différente, d'après quelques-uns, à deux heures d'intervalle; les changements apparents seraient dus suivant lui au raccourci et à la rotation rapide de la planète autour de son axe.

Correspondance et Notes.

Lynn (*W.-T.*). — La nouvelle étoile de l'année 389.

C'était une comète.

Saxby (*H.*). — La poussière volcanique.

Stone (*E.-J.*). — La longitude moyenne du Soleil.

Stothert (*J.-L.*). — Effet atmosphérique avant le lever du Soleil.

(¹) Extrait du *Sidereal messenger*, 1883, novembre.

(²) Extrait de *Science*, t. II, n° 26.

Digitized by Google

Egoroff. — Les lignes telluriques du spectre solaire.

Comptes rendus, t. XCVII, n° 9.

Thollon et Trépied. — Observatoires de montagnes : le Pic du Midi.

Comptes rendus, t. XCVII, n° 16.

Denning. — Éphémérides pour les taches de Jupiter.

Schulhof et Bossert. — Éphéméride de la comète Pons-Brooks.

Marth (*A.*). — Éphémérides des satellites de Saturne.

THE SIDEREAL MESSENGER, conducted by W.-M. PAYNE, Director of Carleton college Observatory Northfield, Minne, in-8°.

Tome II; 1883.

DÉCEMBRE (1).

Chandler (*S.-C.*). — Harward College Observatory. Résultats des essais de détermination du temps et de la latitude avec l'*almicantarat.*

Le nouvel instrument est destiné à prendre des hauteurs égales. Une auge contenant du mercure et ayant la forme d'un rectangle creux est mobile horizontalement autour d'un pilier vertical. L'auge contient un flotteur de forme analogue et entièrement libre de chercher son équilibre, tout en étant obligé de suivre l'auge quand elle tourne. Ce flotteur porte une lunette mobile autour d'un axe horizontal et qui peut être fixée à la hauteur désirée. Quand on fait tourner l'instrument autour de l'axe vertical, la lunette décrit un petit cercle horizontal ou *almicantarat.* Les passages des étoiles par une série de fils horizontaux donnent le moyen de déterminer l'erreur de la pendule, la latitude ou les déclinaisons des étoiles quand on observe dans des azimuts convenablement choisis.

Les résultats sont très encourageants; avec un instrument qui n'a pas $0^m,05$ d'ouverture, on a la latitude avec une erreur probable inférieure à $0'',5$ et la correction de la pendule à $0^s,05$ ou $0^s,06$. Aussi l'auteur pense qu'on pourrait avec avantage appliquer le même principe à des instruments plus grands.

---

(1) Le *Messenger* est publié chaque mois, à l'exception de juillet et septembre. Dix numéros forment un volume.

Digitized by Google

Seagrave (*P.-S.*). Providence R. I. — Observations d'étoiles doubles. L'étoile variable α Hydre.

Observations de 40 couples empruntés au Catalogue de W. Struve.

α Hydre a été reconnue variable par Sir John Herschel en 1837.

Argelander, dans son beau travail sur les étoiles variables, inséré dans la première Partie du troisième Volume du *Cosmos* d'Humboldt, la fait varier de 2,0 à 2,3, la période étant de 55 jours; c'est, suivant lui, la plus difficile à observer des étoiles variables. Il paraît que, le 9 mai 1883, elle avait un éclat comparable à celui de Pollux (1,2 suivant Heis), et sa couleur rouge orangé la faisait ressembler à Betelgeuse (*Proceedings of Liverpool astronomical Society*).

Les nouveaux étalons du temps, par l'*éditeur*.

Le but du changement de temps à moitié chemin entre les méridiens fondamentaux, éloignés d'une heure en longitude, est d'avoir un nouveau temps qui, à un endroit quelconque, ne diffère pas de plus d'une demi-heure du vrai temps local. Cela ne peut naturellement pas être étendu aux lignes de chemins de fer. Dans la pratique, le changement de temps ne se fera pas strictement sur le méridien intermédiaire, mais on aura égard aux convenances pratiques. Suit l'indication des cinq lignes de séparation.

S'il y a dans ce système quelques désavantages, en revanche les avantages sont nombreux et importants. Il est très probable qu'il sera adopté dans tous les États-Unis.

Pickering. — Extrait d'une Communication du professeur Pickering à la dernière séance de la Société astronomique de Liverpool.

Après avoir parlé des riches documents inédits laissés par Sir W. Herschel et Argelander pour les déterminations des grandeurs des étoiles, M. Pickering indique plusieurs recherches intéressantes, qui n'exigent pas d'instruments coûteux.

Deux étoiles qui paraissent égales montrent une différence quand elles sont placées l'une au-dessus de l'autre. Il est possible que, sur les 1500 supposées variables, il y ait beaucoup d'étoiles qui ne le soient pas réellement. Pour expliquer la variation apparente, on pourrait : 1° examiner les étoiles près du pôle à différentes saisons de l'année ou, ce qui paraît préférable avec une latitude boréale, de bonne heure le soir et tard dans la matinée; 2° renverser la position au moyen d'un miroir; 3° surveiller les étoiles au zénith, couché par terre, et les regarder dans les différentes positions. Autres travaux intéressants : détermination des

Digitized by Google

grandeurs des étoiles visibles dans une jumelle, à la manière d'Argelander et Herschel, surtout les étoiles voisines du pôle; classification des grandeurs des étoiles dans les amas les plus brillants; détermination des éclats d'Uranus et Neptune et des astéroïdes dont quelques-uns sont probablement variables. On sait qu'un des satellites de Saturne (Japetus) varie sensiblement; on a pensé, avec beaucoup de probabilité, qu'un côté de ce satellite est capable de réfléchir plus de lumière que l'autre, de sorte qu'on a le moyen de déterminer la durée de la rotation en observant la variation d'éclat. Les astéroïdes peuvent être variables pour le même motif et l'on pourrait trouver de même les durées de rotation. Il serait, par exemple, intéressant de suivre Vesta. Un autre sujet intéressant est la perte d'éclat par suite de l'absorption de l'atmosphère. M. Pickering, qui a pu observer sous le ciel de l'Italie et en beaucoup d'autres lieux, pense que partout on est à peu près dans les mêmes conditions; il fait une seule exception pour le Rigi. (*Observatory*, novembre 1883.)

THE AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE, editors James D. and E.-S. DANA and B. SILLIMAN, New Haven, Conn. In-8°.

Troisième Série, t. XXVI; 1883.

DÉCEMBRE.

Loomis (*Elias*), Professeur de Philosophie naturelle à Yale College. — Contributions à la Météorologie. (Dix-neuvième Mémoire.)

Le gradient barométrique dans les grandes tempêtes.

Dans ce Mémoire étendu, l'auteur modifie, en la perfectionnant, la formule de M. Ferrel pour déterminer le gradient barométrique.

Harrington (*M.-W.*), Ann Arbor. — Courte étude sur Vesta.

Séries de comparaisons avec un photomètre à extinction entre Vesta et deux étoiles d'Argelander. Les mesures permettent de conclure que Vesta est variable. A deux reprises, les mesures ont été faites d'heure en heure pour chercher une périodicité qui aurait révélé quelque chose sur la rotation; ce qu'on peut dire, c'est que le temps de rotation est court. Vesta serait analogue aux petits corps comme la Lune et Mercure.

Digitized by Google

COPERNICUS, *an International Journal of Astronomy*, edited by RALPH COPELAND, PH. D., J.-L.-E. DREYER, PH. D. Dublin, in-4 (1).

Tome III; 1883.

Lohse (*J.-G.*). — Observation du passage de Vénus, 1882, décembre 6, à l'Observatoire de Dun-Echt.

Le Soleil n'avait que 5° de hauteur.

Lohse (*J.-G.*). — Observations spectroscopiques de la comète I, 1883, faites à l'Observatoire de Dun-Echt.
Observations de la comète Brooks (*comète de* 1812).

Neuf observations faites à Rome, Leyde et Dun-Echt.

Radau (*R.*). — Remarques concernant le problème de Kepler.

Emploi d'un diagramme simple pour trouver la valeur approchée de l'anomalie excentrique ou de l'anomalie vraie.

Copeland (*Ralph*). — Notes sur une récente visite à quelques Observatoires de l'Amérique du Nord (2).

Observatoire Dudley, Albany, dirigé depuis 1875 par le professeur Lewis Boss, assisté à présent par M. R.-H. Tucker. On a de bons résultats pour le nadir en employant une cuvette de fonte amalgamée à l'aide de l'acide nitrique.

L'équatorial de 13 pouces offre cette particularité que l'extrémité à portée de l'observateur est très courte; détail qui a son importance quand il faut attacher à l'instrument de lourds spectroscopes ou d'autres appareils.

Le travail projeté est l'observation de toutes les étoiles à mouvement propre faisant partie de couples binaires.

Observatoire Litchfield Hamilton, College Clinton. — Équatorial de 13 ½ pouces avec lequel C.-H.-F. Peters a découvert plus de 40 astéroïdes en faisant ses cartes. Détails sur la construction des cartes.

Observatoire Warner, Rochester, N. Y. — Observatoire du Dr Lewis Swift, un négociant en quincaillerie qui consacre maintenant tout son temps à l'Astronomie. Équatorial de 16 pouces d'Alvan Clark, donné par les

(1) Grâce à la libéralité du comte de CRAWFORD et BALCARRES, les circulaires de l'Observatoire de Dun-Echt sont envoyées à tous les souscripteurs du *Copernicus;* ils sont ainsi immédiatement informés des découvertes de comètes, planètes, etc.

(2) Ces notes intéressantes ne pouvaient être reproduites *in extenso;* on reviendra sur la description des nouveaux instruments en Amérique.

Digitized by Google

habitants de Rochester, après la découverte par Swift de cinq comètes.

Observatoire de Toronto, Canada. — Observatoire magnétique.

Montréal. — Observatoire dirigé par M. C.-H. Mac-Leod. Un équatorial de 6 $\frac{1}{4}$ pouces est dû à la libéralité d'un amateur. Pour protéger les instruments et maintenir l'aération, on emploie à l'intérieur des voiles de gaze.

Observatoire d'Harvard College, Cambridge, Mass. — *Ateliers d'Alvan Clark et fils*, à Cambridge port. — Harvard College est maintenant la station centrale de l'Amérique pour la transmission des télégrammes concernant les découvertes astronomiques. L'Observatoire possède un cercle méridien de 8 $\frac{1}{4}$ pouces d'Alvan Clark. Les microscopes sont enfermés dans des glaces. Il n'y a pas d'appareil de calage. Dans le réticule tracé sur verre, les fils de déclinaison sont sensiblement inclinés et tiennent lieu d'une vis micrométrique en déclinaison.

M. Copeland a remarqué l'ingénieux instrument pour les hauteurs égales de M. Chandler. Mais ce qui attire surtout l'intérêt, c'est la grande lunette de Merz, de 14 pouces, avec tous ses accessoires, photomètres, spectroscopes. Sur une table de marbre, on lit les noms des donataires de la lunette, au nombre de quatre-vingt-trois.

Dans une autre partie de l'Observatoire se trouve le photomètre méridien au moyen duquel l'éclat d'une étoile, lors de son passage au méridien, est comparé avec l'étoile polaire. C'est un instrument devenu classique par les travaux de M. Pickering.

Dans les ateliers d'Alvan Clark, M. Copeland a vu le disque de 38 pouces qui doit servir pour un des verres de la grande lunette de Lick (mont Hamilton). Les images avec les objectifs qu'il a pu étudier sont un peu moins bleues dans le spectre secondaire qu'avec les objectifs du continent. Tous les objectifs de la célèbre maison sont vérifiés avec un miroir plan vertical, qui peut être considéré comme le chef-d'œuvre de l'artiste. C'est dans les ateliers d'Alvan Clark qu'on a taillé la lentille de 30 pouces de Poulkova.

Observatoire de New-Haven. — L'Observatoire Winchester, de Yale College, outre deux instruments de passage, possède un équatorial de 8 pouces de Grub et aussi un bel héliomètre de Repsold qui n'a pas moins de 6 pouces. A l'Observatoire, on s'occupe aussi du contrôle des chronomètres et de Météorologie. Le Dr Léonard Waldo est le directeur de l'Observatoire.

Observatoire de Princeton, New-Jersey. — Princeton renferme deux Observatoires. Le plus ancien, destiné surtout à l'enseignement, possède, avec plusieurs petits instruments, un télescope de Browning de 9 pouces et un bel équatorial d'Alvan Clark de 9 $\frac{1}{2}$ pouces, dont la définition est parfaite.

Digitized by Google

L'Observatoire Halsted contient le grand équatorial de 23 pouces d'Alvan Clark. C'est encore l'initiative privée qui a doté l'Observatoire de ce bel instrument, avec lequel le Professeur Young fait ses études spectroscopiques sur le Soleil. Tout est combiné en vue d'une pratique facile. La coupole est mise en mouvement, de grandes fenêtres de 6 pieds sont enlevées et abaissées par une machine à gaz de 4 chevaux, laquelle fournit au besoin un courant électrique puissant; le siège d'observation et le tiroir aux oculaires placé à côté peuvent être abaissés par l'observateur sans qu'il se dérange; les spectroscopes sont attachés à l'extrémité de la lunette, et un mécanisme approprié permet leur mise en place aisée et rapide. Pour l'éclairage, il y a à côté du bec principal une petite flamme constamment entretenue. Un détail important à noter sur le système objectif est que les deux lentilles sont distantes d'environ 7 pouces, ce qui permet leur nettoyage; elles peuvent aussi être rapprochées ou éloignées, sans qu'il soit besoin de se déranger. L'excellence de l'instrument a été prouvée par la détermination de l'ellipticité d'Uranus et la découverte de bandes sur la planète.

Observatoire naval des États-Unis, Washington. — Le grand équatorial de 26 pouces diffère seulement par sa taille des autres instruments construits par MM. Alvan Clark et fils. Ce sont toujours la même monture, les mêmes axes un peu légers, le même tube bien proportionné en feuilles d'acier rivées, et la même absence de presque tous les accessoires et additions qu'on désire dans les grands instruments en Europe. Le calage en déclinaison s'obtient, comme d'habitude, avec une longue baguette, mais les deux mouvements doux, le calage en ascension droite et un certain mouvement rapide en angle horaire sont effectués au moyen de cordes. Les cercles de calage sont éclairés, quand c'est nécessaire, avec la lumière du gaz réfléchie par des miroirs concaves. Le calage est fait par l'assistant qui déplace la coupole et place une lanterne près de l'oculaire quand on désire avoir les fils brillants. En somme, l'instrument est simplifié autant que possible; il faut que l'astronome se montre adroit, et son assistant zélé et actif.

L'instrument donne tout ce que la théorie indique comme possible; on mesure les couples au-dessous de $0'',5$, surtout si les composantes n'ont pas des grandeurs bien différentes.

Parmi les autres instruments, le grand cercle méridien de Pistor et Martins, de 8 $\frac{1}{2}$ pouces, réclame une mention. Il est établi sur le plan de l'instrument de Greenwich, en vue des observations par réflexion. D'après les recherches du professeur Newcomb, les divisions des cercles sont remarquablement exemptes d'erreurs systématiques, et l'on obtiendra une plus grande précision finale, en changeant de temps à autre la position

Digitized by Google

des cercles et faisant usage de nouvelles divisions, qu'en déterminant les erreurs de division au prix de beaucoup de travail.

En résumant ses impressions, M. Copeland estime qu'il n'y a pas de différence sensible entre les pouvoirs séparateurs des instruments d'Europe et d'Amérique. Le spectre secondaire avec lequel il faut compter dans les observations est un peu soumis à la mode, telles personnes, surtout les opticiens, étant moins gênées par le bleu, tandis que d'autres préfèrent une teinte vineuse. Cela peut s'expliquer par la différence de sensibilité des yeux des observateurs pour le violet et le rouge. Les objectifs de Cook et Grubb, et à un moindre degré ceux de Clark, donnent du violet, ceux de Schröder et quelques-uns de Munich, du rouge. Mais il est important de noter qu'en écartant les verres d'un objectif on peut agir sur lui et diminuer le spectre violet. L'objectif de 15 pouces de Dun-Echt par Grubb a été notablement amélioré en séparant les lentilles de $\frac{1}{5}$ de pouce.

Trois des plus grands objectifs du monde, celui de 27 pouces à Vienne, par Grubb, de 23 pouces à Princeton et le grand de Russie de 30 pouces, tous deux d'Alvan Clark et fils, ont leurs lentilles séparées par des intervalles notables. Il va de soi, du reste, que les grands verres de ces objectifs demandent à être parfaitement nets, sans quoi la définition des images serait bien diminuée.

Pour la monture des grands équatoriaux, les constructeurs de l'Amérique et du continent ont chacun leurs traditions. En Amérique, comme on l'a vu, la monture est aussi simplifiée que possible. Les instruments allemands, au contraire, sont munis de tous les appareils et accessoires qui peuvent soulager l'observateur. D'un autre côté, en Angleterre et en Irlande, on trouve des instruments d'une extrême stabilité.

O. C.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN begründet von H.-C. Schumacher. Unter Mitwirkung des Vorstandes der astronomischen Gesellschaft, herausgegeben von Professor Dr A. Krueger, Director der Sternwarte in Kiel.

N° 2562.

Wilsing (*J.*). — Nouvelle détermination des éléments de la rotation du Soleil.

M. J. Wilsing a tiré parti d'une série de photographies du Soleil, obtenues à l'Observatoire de Potsdam et mises à sa disposition par M. Lohse, pour déterminer à nouveau les éléments de la rotation solaire. Ces photographies sont faites sur plaques sèches à la gélatine; la lunette

Digitized by Google

a un objectif de $0^m,16$ d'ouverture et de 4^m de distance focale; elle est installée dans une position fixe, parallèle à l'axe terrestre, et reçoit le faisceau lumineux envoyé par un héliostat. La dimension de l'image est de $0^m,10$. Pour les mesures, M. Wilsing a fait usage d'un appareil micrométrique composé d'un microscope et d'un réseau tracé sur verre, à intervalles de 2^{mm}.

Les erreurs dues aux imperfections de l'appareil photographique et du procédé de mesurage ont été étudiées avec soin et ne paraissent pas devoir dépasser quelques dixièmes de seconde; mais l'erreur probable des demi-diamètres solaires, relevés sur les plaques et corrigés de la réfraction, s'élève à $0'',7$; les écarts offrent le caractère d'erreurs accidentelles dues à l'état de l'atmosphère.

M. Wilsing a déterminé, sur ces photographies, les positions d'une tache arrondie, de forme très régulière et qui n'avait qu'un faible mouvement propre en latitude, pendant la durée de deux apparitions successives (du 7 au 16 mars et du 1er au 13 avril 1882). La discussion des vingt-quatre positions relevées a donné finalement, pour l'époque 1882, 0 :

$$\Omega = 75^\circ,78 \pm 1^\circ,40,$$
$$i = 7^\circ,16 \pm 0^\circ,09,$$
$$T = 25^j,172.$$

Ces résultats s'accordent assez bien avec ceux de Carrington et de M. Spoerer, qui donnent, pour la même époque :

	Carrington.	Spoerer.
Ω.....	$74^\circ,12$ (1)	$74^\circ,82$
i.....	$7^\circ,25$	$6^\circ,97$
T.....	$25^j,38$	$25^j,234$

Schwedoff (*Th.*). — Sur les bandes transversales de certaines queues cométaires.

M. Th. Schwedoff défend sa théorie des queues cométaires contre les critiques de M. Bredichin, formulées dans une Note *Sur les ondes cosmiques dans la comète* 1882, II (*Astronomische Nachrichten*, n° 2534). Tout en renvoyant au Mémoire où M. Schwedoff a exposé ses vues sur la matière (*Théorie mathématique des formes cométaires*, 1re Partie, Odessa, 1880), nous rappellerons qu'il admet l'existence d'une sorte de milieu interplanétaire, composé d'innombrables essaims météoriques à orbites circulaires. Toutes les fois qu'un noyau de comète à orbite parabolique vient à traverser ce milieu, nous dit M. Schwedoff, il entre en collision avec les

(1) M. Wilsing trouve $73^\circ,13$; c'est probablement une faute d'impression.

Digitized by Google

corpuscules des essaims, et « les réduit en vapeurs incandescentes dont l'explosion engendre une série d'ondes sphériques que j'appelle *ondes cosmiques* ». Dans cette théorie, les queues des comètes ne sont autre chose que des ondes cosmiques suscitées par le passage du noyau, qui laisse derrière lui un sillage brillant. Ajoutons que, d'après la même théorie, la queue doit présenter des bandes, longitudinales dans certains cas, mais souvent obliques et quelquefois presque transversales. Or ce résultat est en contradiction avec la théorie de la force répulsive, qui n'admet que des faisceaux de bandes longitudinales, divergentes à partir du noyau. M. Schwedoff croit en avoir démontré l'existence dans le cas de la comète de 1744, pour laquelle on possède les dessins de Chéseaux (Lausanne), de l'Isle (Saint-Pétersbourg) et des observateurs de Berlin, ainsi que pour la comète de Donati (1858), dont on trouve de nombreux dessins dans le célèbre Ouvrage de Bond. M. Bredichin explique l'obliquité de ces bandes par des erreurs de dessin; c'est ce que M. Schwedoff ne veut pas admettre. Il ajoute que les bandes ne sont bien visibles que lorsque la comète se présente à nous de profil, le rayon visuel étant perpendiculaire au plan de l'orbite, avec une queue très développée.

Thiele. — Éphéméride de la planète (235), calculée sans éléments.

N° 2563.

Bredichin (*Th.*). — Calcul des éphémérides des queues cométaires.

La théorie des queues cométaires, que l'auteur a publiée dans les *Annales de l'Observatoire de Moscou* (t. VIII, 1), fournit les moyens de calculer à l'avance les positions successives de ces appendices, qui, d'après M. Bredichin, peuvent être rangés sous trois types différents. Les trois types en question ne se rencontrent pas toujours réunis dans une même comète, ou du moins on les trouve développés d'une manière fort inégale; c'est ainsi que la comète de Donati offrait une queue splendide appartenant au type II, tandis que celle du premier type était à peine perceptible. La comète 1882, II, a présenté les trois types (I très faible); elle a servi à déterminer avec plus de précision les valeurs numériques des forces répulsives pour les types II et III. M. Bredichin donne aujourd'hui des formules qui peuvent servir à calculer d'avance les positions apparentes des queues, sous une forme qui rend plus facile la comparaison de la théorie et de l'observation.

Kreutz (*H.*). — Valeurs numériques des coefficients dont on a besoin dans le calcul de la précession d'après Struve, pour quelques époques fréquemment employées.

Digitized by Google

Wolf (*R.*). — Lettre à l'éditeur.

Le Directeur de l'Observatoire de Zurich fait connaître en peu de mots le contenu du dernier fascicule de ses *Mittheilungen* (n° 60). Il a trouvé que la formule

$$r = 45,5 + 17,1 \sin\left(161^\circ,06 + \frac{n}{10} 360^\circ\right)$$
$$+ 21,2 \sin\left(225^\circ,87 + \frac{n}{11,33} 360^\circ\right) + 17,7 \sin\left(270^\circ + \frac{n}{81} 360^\circ\right),$$

où n est le nomore d'années écoulées depuis 1751, représente assez bien la fréquence relative des taches solaires depuis cette époque éloignée. Cependant la grande période de 81 ans n'est pas encore déterminée avec certitude, et il faudra peut-être tenir compte d'une quatrième période de $8\frac{1}{3}$ ans.

Lehmann-Filhès (*R.*). — Lettre à l'éditeur.

Pour les points radiants communiqués par M. Chandler (*A. N.*, 2561), M. Lehmann a trouvé les éléments suivants, assez différents de ceux que M. Chandler avait donnés lui-même :

	Décembre 7.	Décembre 8.
☊	256°,1	256°,3
i	68,8	73,1
π	100,7	103,7
log q	9,980	9,975

Pour comparer ces éléments à ceux de la comète Pons-Brooks, M. Lehmann applique à ces derniers une réduction qui tient compte de la différence des nœuds, et qui donne

☊	256°,1	256°,3
i	79,6	80,7
π	94,8	94,9
log q	9,982	9,982

Les positions des points radiants qui répondent à ces éléments sont :

Longitude	149°,1	149°,9
Latitude	60°,3	59°,6

tandis que M. Chandler avait trouvé, pour les météores :

Longitude	135°,0	137°,2
Latitude	65°,6	62°,4

Les écarts ne sont pas assez considérables pour exclure la possibilité d'un rapport étroit.

Digitized by Google

Ricco (*A.*) *et Zona* (*T.*). — Note sur la comète Pons-Brooks, observée à Palerme, depuis le 8 septembre.

Tacchini. — Observations de la même comète, faites à l'équatorial du Collège romain.

Peter (*Bruno*). — Observations des comètes Swift-Brooks et Pons-Brooks, à Leipzig.

Lamp (*E.*). — Observations de la comète Pons-Brooks, à Kiel.

N° 2564.

Tacchini. — Observations de petites planètes, à l'équatorial du Collège romain, par MM. Tacchini et Millosevich.

Merino (*M.*). — Observations méridiennes des planètes (113) et (234), faites à Madrid par M. Ventosa.

Luther (*E.*). — Observations de petites planètes, faites à Kœnigsberg par M. J. Franz.

Shufeldt (*R.-W.*). — Observations des planètes (234) et (135), obtenues à Washington.

Donner (*Anders*). — Observations méridiennes des planètes Victoria et Sapho et des étoiles de comparaison, faites à Helsingfors, suivant la méthode proposée par M. Gill.

N° 2565.

Comstock (*G.-C.*). — Nouvelle méthode pour observer les passages au premier vertical.

L'auteur montre le parti que l'on peut tirer du bain de mercure, lorsqu'on observe dans le premier vertical, pour éliminer l'inclinaison de l'axe de rotation. En combinant les observations directes avec un nombre égal d'observations par réflexion, on peut en effet annuler le terme $b \Sigma \sin z$, pour un seul passage. Les lunettes brisées semblent particulièrement appropriées à ce genre d'observations.

Schultz (*H.*). — Latitude de l'Observatoire d'Upsal.

M. Bohlin avait trouvé 59° 51′ 29″,4 par une série d'observations exécutées avec un cercle vertical de Repsold. Ce résultat s'accorde avec celui que M. Ericsson vient d'obtenir par la discussion d'une série plus an-

Digitized by Google

cienne, qui date de 1879. Il est question de reprendre prochainement ces déterminations avec un instrument établi dans le premier vertical.

Spoerer. — Résultats déduits de l'observation des taches solaires.

Le maximum, prévu pour la fin de l'année 1882, n'a pas encore été constaté, la fréquence des taches ayant continué d'augmenter depuis cette époque. Leur nombre est beaucoup plus faible qu'en 1860 et en 1870.

Weinek (*L.*). — Observations faites à l'Observatoire de Prague.

Comète Pons-Brooks. — Éclipses des satellites de Jupiter. — Étoiles filantes.

N° 2566.

Niessl (*G.-V.*). — Sur l'existence de courants météoriques étendus, à propos des bolides du 3 juin 1883.

Les deux bolides dont il s'agit ici ont été vus, à deux heures d'intervalle, le premier en Autriche, le second en Allemagne et en Angleterre. La discussion des observations a donné des altitudes initiales de 200^{km} et de 300^{km} respectivement, avec des vitesses géocentriques d'environ 36^{km} (peut-être jusqu'à 90^{km}). Les points radiants se rapprochent de ceux que M. Niessl avait calculés pour trois autres bolides :

	☊	⊙
	°	°
1873, juin 13	248,6	— 20,2
1878, juin 7	249	— 21
1879, juillet 13	246	— 19
1883, juin 3	249,9	— 20,2
1883, juin 3	248	— 20

et des positions peu différentes ont été trouvées pour quelques bolides observés aux mois de mai et d'août. L'auteur signale enfin une série d'autres centres d'émanation qui ont fourni des bolides remarquables, et qui peuvent être rattachés à des points radiants déjà connus, déduits de l'observation des étoiles filantes.

N° 2567.

Thiele. — Calcul des éphémérides des nouvelles planètes.

M. Thiele fait remarquer qu'au moment où une planète nouvelle vient d'être découverte, le plus pressé, c'est de donner aux observateurs une éphéméride qui leur permette de la suivre pendant quelques jours, tandis qu'il sera toujours temps de s'occuper du calcul des éléments quand on disposera d'une série de positions plus ou moins étendue. Il importe

Digitized by Google

donc de préparer sans retard des éphémérides provisoires pour les petites planètes, à peu près comme cela se fait pour les comètes; le besoin s'en fait même plus vivement sentir dans le cas des planètes, les comètes étant en général beaucoup plus faciles à distinguer des objets voisins et leur marche pouvant être plus sûrement déterminée par extrapolation. Au contraire, la connaissance rapide des éléments nous intéresse bien moins lorsqu'il s'agit d'une planète, dont l'aspect ne varie guère et ne peut nous réserver de ces surprises auxquelles il faut s'attendre avec les comètes. Ajoutons que l'identification avec une planète ancienne n'a rien qui promette de stimuler le zèle des premiers observateurs.

Pour toutes ces raisons, M. Thiele pense qu'il est inutile de perdre du temps à calculer laborieusement, à l'aide d'un trop petit nombre d'observations, des éléments qui souvent méritent à peine le nom d'*éléments approchés,* ce qui n'empêche pas qu'ils fournissent de bonnes éphémérides. Le fait même de cette indétermination forcée des éléments provisoires indique assez qu'il doit être possible de s'en passer et d'obtenir les éphémérides d'une manière plus simple et à moins de frais. L'obstacle qui s'oppose à l'interpolation directe des positions observées, c'est le mouvement de la Terre et la parallaxe. Mais on peut s'en affranchir en grande partie en projetant ces positions sur une sphère concentrique au Soleil, d'un rayon à peu près égal au rayon moyen des orbites des petites planètes. On n'aura donc qu'à déterminer les points d'intersection des lignes visuelles avec une sphère d'un rayon donné (il suffira, le plus souvent, de prendre $r = 2,8$, ou de chercher une valeur plus convenable en faisant d'abord le calcul avec $r = 2,3$ et $r = 3,5$, à moins qu'on ne préfère déterminer r par une orbite circulaire fondée sur deux observations). Les coordonnées héliocentriques des points d'intersection ou, ce qui semble préférable, leurs ascensions droites et leurs déclinaisons héliocentriques serviront à calculer, par interpolation, une éphéméride de positions fictives d'où se déduira ensuite une série correspondante de lieux géocentriques qui formera l'éphéméride cherchée.

Tout porte à croire que les éphémérides obtenues par ce procédé très simple suffiront aux besoins des observateurs; il sera d'ailleurs facile de les corriger au fur et à mesure que de nouvelles observations viendront s'ajouter à celles qui auront servi de point de départ.

Deichmuller (*Fr.*). — Remarques concernant certaines étoiles des zones de Bonn.

L'auteur indique les positions de six étoiles oubliées dans les zones par suite d'observations incomplètes ou pour d'autres raisons; il signale aussi quelques étoiles qui n'ont pu être retrouvées.

Digitized by Google

Tacchini (*P.*). — Observations de la comète Pons-Brooks, faites à l'équatorial du Collège romain.

Shufeldt. — Observations de la même comète, faites à l'équatorial de $9^{p},6$ de l'Observatoire de Washington, par MM. Sampson et Frisby, communiquées par le contre-amiral Shufeldt.

André (*Ch.*). — Observations des comètes Swift-Brooks et Pons-Brooks, faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial de Brunner de $0^{m},16$) par M. Gonnessiat.

Lamp (*E.*). — Observations de la comète Pons-Brooks, faites à l'Observatoire de Kiel.

Millosevich (*E.*). — Corrections de quelques positions du Catalogue de Yarnall.

N° 2568.

Hagen (*J.-G.*). — Sur la déviation du fil à plomb causée par l'attraction luni-solaire.

L'attention a été de nouveau attirée sur cette question par les *Recherches sur la verticale* de M. d'Abbadie et par deux Rapports d'une Commission spéciale de l'Association britannique pour l'avancement des Sciences. Le P. Hagen (S. J., collège du Sacré-Cœur, prairie du Chien, Wisconsin) rappelle, à ce sujet, les solutions théoriques du problème données par divers auteurs. Abel, en 1824, trouve que l'attraction de la Lune produit une déviation égale à $0'',825 \sin z$; mais sa formule ne tient compte que de l'attraction exercée par la Lune sur un point de la surface terrestre, attraction qui représente $\frac{1}{250000}$ de la pesanteur en prenant avec Abel $m = \frac{1}{69}$, et $\frac{1}{300000}$ en prenant $m = \frac{1}{81}$. M. Peters a montré, en 1844, que la déviation est due, en réalité, à la différence des attractions exercées sur un point de la surface et sur le centre de la Terre, d'où il suit que la déviation causée par la Lune a pour valeur $0'',017 \sin 2z$, et celle que produit le Soleil, $0'',008 \sin 2z$; l'une et l'autre atteignent leur maximum pour $z = 45°$. C. Ramus, en 1847, et E. Sang, en 1864, sont arrivés à des résultats analogues. Au contraire, M. de Sterneck, dans un Mémoire communiqué en 1876 à l'Académie des Sciences de Vienne, affirme que la déviation causée par la Lune atteint $0'',48$; son raisonnement repose sur une erreur. Le Rapport du Comité de l'Association britannique (1881) dit simplement, dans une note, que la déviation méridienne produite par la Lune peut s'élever à $0'',0085$, pour Cambridge, et que l'écart maximum

Digitized by Google

a lieu pour un angle horaire de 45° ou de 135°. Le P. Hagen retrouve le résultat de Peters par une démonstration assez compliquée.

Il y a lieu d'ajouter : 1° que M. Peters avait déjà signalé lui-même l'erreur commise par M. de Sterneck (*Astr. Nach.*, 2175); 2° que la formule de Peters est reproduite dans le *Traité de Physique théorique* de Thomson et Tait. On la démontre facilement de la manière suivante.

Soient m la masse de la Lune (comparée à la Terre); r, r' les distances de la Lune au centre de la Terre et à un point de sa surface, exprimées en rayons terrestres; z, z' l'apozénith géocentrique et l'apozénith vrai de la Lune. L'action perturbatrice qu'elle exerce sur le fil à plomb est égale à la différence des composantes horizontales des attractions exercées sur le centre de la Terre et sur le point considéré : elle a donc pour expression

$$m\left(\frac{\sin z'}{r'^2} - \frac{\sin z}{r^2}\right).$$

Or nous avons $r \sin z = r' \sin z'$, et, à très peu près, $r - r' = \cos z$; il s'ensuit que la force perturbatrice pourra s'exprimer par la formule

$$\frac{3}{2}\frac{m}{r^3}\sin 2z.$$

L'unité de force est ici la pesanteur. Pour avoir la déviation en secondes, il suffit de diviser par $\sin 1''$. On trouve ainsi $0'',0174 \sin 2z$. Quant à la note du Rapport de l'Association britannique, voici comment elle doit être interprétée, d'après les explications qui nous ont été obligeamment fournies.

Soient A, h l'azimut et l'angle horaire de la Lune, λ la latitude du lieu d'observation. En ne considérant que le cas où la Lune a une déclinaison nulle, les composantes de la déviation suivant le plan du méridien et un plan perpendiculaire seront

$$\text{Comp. N.-S.} = 0'',0174 \sin 2z \cos A = 0'',0174 \sin\lambda \cos\lambda (1 + \cos 2h),$$
$$\text{Comp. E.-O.} = 0'',0174 \sin 2z \sin A = 0'',0174 \cos\lambda \sin 2h.$$

Le fil à plomb décrira donc une ellipse dont les demi-axes auront pour valeurs $0'',0174 \cos\lambda$ et $0'',0174 \sin\lambda \cos\lambda$; soit, pour la latitude de Cambridge, $0'',0108$ et $0'',0085$. La première de ces quantités représente l'écart maximum à l'est et à l'ouest du méridien, qu'on observera pour $h = \pm 45°$ ou $\pm 135°$. Dans le sens du méridien, l'écart maximum sera de $\pm 0'',0085$, par rapport à une position moyenne qui correspond au centre de l'ellipse (il serait de $0'',0170$ en le comptant à partir de la position d'équilibre du fil). Le maximum a lieu pour $h = 0$ et pour $h = \pm 90°$. En tenant compte de la déclinaison de la Lune, la courbe que décrit le fil à plomb devient moins simple, et l'écart dans le sens E.-O. plus considérable.

Digitized by Google

Bredichin (*Th.*). — Sur quelques anomalies apparentes dans les queues cométaires.

L'auteur s'applique à démontrer que sa théorie, fondée sur l'hypothèse des forces répulsives, rend parfaitement compte des phénomènes qu'ont présentés la comète de 1744, celle de Donati (1858) et la grande comète de 1882.

Muller (*G.*). — Sur une nouvelle recrudescence d'éclat de la comète Pons-Brooks.

Dans la soirée du 1er janvier, cette comète a offert le curieux spectacle d'une brusque augmentation de lumière qui a transformé, pour quelques heures, la nébuleuse centrale en étoile de 7e grandeur. C'est un phénomène qui s'était déjà présenté, une première fois, vers la fin de septembre. Les comparaisons photométriques poursuivies, à Potsdam, depuis le 11 novembre, à l'aide d'une nébuleuse artificielle, n'avaient révélé jusque-là aucune variation d'éclat digne de fixer l'attention; mais le 1er janvier, entre 6h et 7h du soir, l'apparence du noyau avait complètement changé, si bien qu'il a fallu recourir, pour les comparaisons, à une étoile artificielle, et à deux étoiles voisines, de 7e grandeur. Vers 10h, la comète avait repris son apparence primitive, mais elle conservait encore un faible excès d'intensité lumineuse.

Rebeur-Paschwitz (*E. von*). — Sur le temps de révolution de la grande comète australe de 1880.

D'après les recherches de M. W. Meyer, le temps de révolution de cette comète serait de 37 ans, ou du moins compris entre 31 et 48 ans. On a donc pensé qu'elle pouvait être identique avec la célèbre comète de 1843, avec laquelle elle a d'autres rapports (1). Mais la rareté des apparitions antérieures applicables à la même comète a conduit quelques astronomes à identifier les grandes comètes de 1880 et de 1843 avec la comète de 1668, en admettant que le temps de révolution est fortement diminué, à chaque retour, par la résistance que la comète éprouve en rasant l'atmosphère solaire ($q = 0,0055$). Dans cette hypothèse, nous pourrions la revoir en 1897. M. de Rebeur a donc essayé de représenter les observations de 1880 par une orbite elliptique comportant un temps de révolution de 17 à 18 ans. L'accord obtenu est alors moins satisfaisant (erreur moyenne $\pm 5''$); mais il ne faut pas oublier que les observations de 1880 sont peu nombreuses et assez incertaines.

(1) *Voir* à ce sujet l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1884, p. 243.

Digitized by Google

Engelhardt (*B*^{on} *de*). — Lettre à l'éditeur.

Observations d'étoiles variables et de nébuleuses.

N° 2569.

Bredichin (*Th.*). — Sur les ondes cosmiques formant la queue de la grande comète de 1882.

L'auteur montre qu'en appliquant à la comète de 1882 la théorie de M. Schwedoff, on arrive à des résultats incompatibles avec les faits. Il conteste également que les dessins de la comète de 1744 s'accordent avec cette théorie.

Rahts (*J.*). — Observations méridiennes faites à Kœnigsberg.

Ellery. — Découvertes d'une comète à Melbourne.

Position, le 12 janvier : $\mathrm{R} = 22^h\,40^m$, $\mathrm{D} = -40°8'$.

Schulhof et Bossert. — Nouveaux éléments et éphéméride de la comète Pons-Brooks.

R. R.

VARIÉTÉS.

LES PHÉNOMÈNES CRÉPUSCULAIRES;

PAR M. R. RADAU.

L'enquête sur les phénomènes insolites qui ont marqué les derniers mois de l'année 1883, et qui ont été signalés sur tous les points du globe, se poursuit toujours, et ne semble pas près d'être terminée. Un recueil anglais qui se distingue par l'étendue et la variété de ses informations, *Nature,* nous apporte des renseignements précieux dans chacun de ses numéros, depuis le mois d'octobre dernier; nous en trouvons d'autres, non moins intéressants, dans les *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences, dans la revue *l'Astronomie* et dans d'autres publications scientifiques. On peut dès à présent essayer de coordonner ces matériaux et d'en dégager les faits les plus saillants.

Ce qui a tout d'abord frappé les observateurs, même les moins

Digitized by Google

attentifs, c'est la durée extraordinaire des crépuscules et l'intensité de la coloration du ciel. En Europe, ces lueurs rouges qui semblaient prolonger le jour ont été particulièrement notées pendant les mois de novembre et de décembre. On a d'abord hésité à y voir autre chose que des crépuscules ou couchers de soleil ordinaires, observés dans des circonstances atmosphériques exceptionnellement favorables. M. Piazzi Smyth (*Nature,* 13 déc.) s'est rappelé qu'il y a trente ans il avait souvent guetté le coucher du soleil pour en reproduire les fugitives colorations, et qu'il avait plus d'une fois noté des jeux de lumière tout aussi remarquables quand l'air était très pur et très sec. Mais, à mesure que les informations se sont multipliées, on s'est accordé sur la nécessité de chercher pour ces phénomènes une autre explication.

M. Gérard Hopkins (Stonyhurst) s'est appliqué à faire ressortir les particularités qui distinguent ces lueurs crépusculaires des phénomènes que l'on entend habituellement par les mots de *lever* ou *coucher du soleil* (*Nature,* 3 janv.). En premier lieu, ces lueurs se manifestent longtemps après que le disque solaire a disparu à l'horizon (*after-glows*), ou longtemps avant qu'il ait paru (*fore-glows*). D'après les observations très précises de M. F.-A.-R. Russell (*Nature,* 13 déc.), il y aurait eu le plus souvent deux maxima distincts, séparés par des intervalles réguliers : un maximum primaire, 56 minutes avant le lever ou après le coucher du soleil, et un maximum secondaire, 51 minutes avant ou après le maximum primaire, dont il semblait être un reflet lointain. Dans la succession des différentes phases et dans la distribution des teintes, il y avait une régularité caractéristique qu'on ne remarque pas d'ordinaire dans les effets de lumière des levers ou des couchers de soleil. Les lueurs s'élevaient parfois très haut dans le ciel, jusqu'au delà du zénith, au lieu de rester confinées à l'horizon. Elles étaient d'un rouge intense, mais dépourvu de cet éclat un peu métallique des teintes que revêtent les nuages dont le soleil couchant semble dorer les bords. Elles avaient quelque chose de la lumière tranquille qui règne dans un salon discrètement éclairé. Au commencement du phénomène, les teintes se succédaient généralement dans l'ordre suivant, à partir de l'horizon : en bas, l'orangé, puis le vert, un rouge cramoisi et un lilas pâle, qui disparaissait bientôt, en même temps que l'orangé était remplacé

Digitized by Google

par le vert, qui à son tour cédait la place au rouge, de sorte qu'il ne restait finalement qu'une gamme de tons rouges, allant de l'écarlate au cramoisi. Mais ces teintes ne représentaient jamais des couleurs pures : le vert paraissait intermédiaire entre le vert-pomme et le vert-olive, le rouge tirait sur le brun. Les lueurs ne paraissaient émaner ni d'un banc de nuages, ni d'un milieu transparent.

Cette description, que nous avons abrégée beaucoup, nous a paru résumer assez nettement les traits principaux de ces illuminations périodiques du ciel, signalées par un si grand nombre d'observateurs. Il est clair que les circonstances atmosphériques, qui diffèrent suivant les lieux et varient d'un jour à l'autre, ont dû partout modifier les apparences du phénomène, et il serait fastidieux de relever toutes les variantes qui existent dans les descriptions publiées depuis quelques mois. L'une des relations qui se rapprochent le plus de la précédente, c'est celle que M. Edward Divers a envoyée du Japon (*Nature,* 24 janv.).

Quelques observateurs, entre autres M. Helmholtz (*Nature,* 6 déc.), ont émis l'opinion que la teinte verdâtre de certaines régions du ciel n'était due qu'à un effet de contraste, provoqué par la présence du rouge; mais d'autres affirment qu'ils ont pu se convaincre que cette coloration persistait encore quand l'œil était protégé contre l'influence du rouge (M. Russell, *Nature,* 13 déc.). M. Sydney Hodges dit qu'il a vu la lune verte sur un fond gris bleu, lorsqu'il n'y avait pas trace de rouge dans le ciel. Dans plusieurs relations, il est aussi question d'un arc rose qui s'est montré à l'opposite du Soleil, à l'orient, peu de temps après le coucher, et à l'occident, avant le lever de l'astre. (M. Backhouse, M. Edm. Clark et M. Divers, *Nature,* 10 et 24 janv.).

En plein jour on a noté d'autres phénomènes curieux. Dans l'Inde, au commencement de septembre, un grand nombre de témoins ont vu le Soleil tantôt bleu, tantôt vert. Le professeur Michie Smith, à Madras, a constaté, en même temps, une forte absorption dans le rouge et à l'extrémité bleue du spectre, et il a conclu de ses observations spectroscopiques que l'air était fortement chargé d'humidité (*Nature,* 11 et 25 oct., 8 et 15 nov.). En Italie, d'après M. Tacchini (*Nuova Antologia,* 1er févr.), les phénomènes optiques ont été également accompagnés d'une forte

Digitized by Google

humidité, accusée par l'hygromètre et le spectroscope. Au contraire, M. Piazzi Smyth a trouvé l'air particulièrement sec; c'est aussi ce que M. Alluard a constaté au sommet du puy de Dôme (*Comptes rendus,* 21 janv.). Ces contradictions sembleraient indiquer que la cause des phénomènes en question ne doit pas être cherchée dans l'état des couches basses de l'atmosphère au lieu d'observation.

En même temps que le Soleil paraissait coloré, sa lumière devenait plus faible; c'est ce que constatent, entre autres, des lettres de Ceylan et de Cape-Coast Castle (*Nature,* 1er nov., 6 déc.). Quelques observateurs ont vu, autour du Soleil, une sorte de gloire diffuse, d'une blancheur bleuâtre et bordée de rouge (M. José J. Landerer, *Comptes rendus,* 31 déc.; M. E. Marchand, *Comptes rendus,* 24 déc.; M. E. Divers, *Nature,* 24 janv.). Au sommet du Ben-Nevis, M. Omond a vu la coloration de l'horizon persister tout le jour (*Nature,* 17 janv.).

Tels sont les faits principaux que l'on peut relever dans les relations très nombreuses que nous avons sous les yeux. Il s'agit maintenant d'en chercher l'explication. Ce qui ne paraît pas douteux, c'est que nous sommes ici en présence de phénomènes de réflexion, produits par une matière finement divisée, extrêmement transparente, qui existe dans l'atmosphère à un niveau plus ou moins élevé (1). Toute la question est de savoir quelle est la nature et quelle est l'origine de cette matière qui flotte au-dessus de nous comme un voile invisible, altérant la lumière du Soleil, prolongeant la durée du jour et colorant les crépuscules par des reflets successifs de levers ou de couchers de soleil lointains. Avons-nous affaire à des poussières météoriques, à des cendres échappées d'un volcan, à des vésicules d'eau, à des cristaux de glace?

La plupart des témoins dont les journaux scientifiques ont enregistré les dépositions signalent le rapport étroit qui paraît exister entre les phénomènes optiques observés et la terrible éruption volcanique dont le détroit de la Sonde a été le théâtre. Les volcans de Java étaient devenus singulièrement actifs depuis le mois de mai; c'est le 26 et le 27 août qu'a eu lieu la catastrophe qui a

(1) L'absence de toute perturbation magnétique a suffi pour faire écarter l'hypothèse qu'on avait affaire à des aurores boréales.

Digitized by Google

coûté la vie à 50000 personnes. On sait que l'île de Krakatoa s'est effondrée avec le volcan qu'elle portait, que des îles nouvelles ont surgi du sein des flots; la mer s'est couverte de champs flottants de pierre ponce; des navires qui passaient dans un rayon de 500 lieues ont reçu des pluies de cendres pendant les premiers jours qui ont suivi l'éruption. La grande vague produite par l'effondrement du Krakatoa a fait le tour du globe avec une vitesse d'environ 360 milles (670^{km}) à l'heure, et a été enregistrée par nos marégraphes (1). D'après les recherches du général Strachey, fondées sur la comparaison des observations barométriques (*Nature*, 20 déc.), une vague atmosphérique, partie de Krakatoa le 27 août, à 9^h30^m du matin, s'est propagée dans deux sens opposés, de l'est à l'ouest et de l'ouest à l'est, avec une vitesse d'environ 600 milles (1100^{km}) à l'heure; elle a fait plusieurs fois le tour du globe, mettant chaque fois environ trente-six heures à l'accomplir. C'est une vitesse à peine inférieure à celle du son (2).

Les faits qui viennent d'être cités prouvent la violence de la commotion produite par le cataclysme de Java; en admettant que la destruction du Krakatoa soit due à une explosion occasionnée par des infiltrations d'eaux marines (*Comptes rendus*, 19 nov.), on conçoit que des masses prodigieuses de vapeurs et de cendres ont dû être lancées à une grande hauteur et ont pu pénétrer jusque dans la région des courants supérieurs, qui les ont entraînées au loin. L'observation des cirrhus a donné plus d'une fois, pour ces courants, des vitesses comprises entre 150^{km} et 250^{km} à l'heure, vitesse suffisante pour franchir en un jour la distance qui sépare Java de Ceylan, ou même de l'île Maurice. Ainsi s'expliquerait le transport rapide des impuretés qui altèrent l'aspect du Soleil et dont la présence est bientôt signalée sur tous les points du globe : dès le 27 août, paraît-il, à la Réunion, le 1er ou le 2 septembre dans les parages de la Nouvelle-Irlande et dans l'Amérique centrale, le 5 septembre à Honolulu (îles Sandwich);

(1) M. Bouquet de la Grye, *Comptes rendus*, 26 nov. La vitesse de 2000^{km} à l'heure, trouvée par M. Erington de la Croix (*Comptes rendus*, 31 déc.), repose sur une erreur de calcul : on a comparé les heures locales sans tenir compte de la différence des longitudes.

(2) Voir aussi les Notes de M. Renou, de M. Wolf et de M. Marié-Davy (*Comptes rendus*, 21 et 28 janv.).

Digitized by Google

depuis le 9 à Ceylan et dans une grande partie de l'Inde (¹). En Europe, les premières observations ne remontent pas au delà du commencement de novembre; les phénomènes se sont encore manifestés au mois de janvier.

Les partisans de l'opinion qui attribue ces phénomènes à la diffusion des cendres lancées par les volcans de Java peuvent invoquer, en dehors de la concordance des dates, une série de preuves qui ne sont pas sans importance. En premier lieu, il faut citer les résultats de l'analyse micoscopique de sédiments laissés par des pluies ou par la neige fondue. Un géologue anglais, M. J. Macpherson, déclare qu'ayant examiné la neige fraîchement tombée, à Madrid, le 7 décembre, il y a trouvé, avec d'autres poussières, des cristaux d'hypersthène, analogues à ceux que M. Daubrée avait trouvés dans les cendres de Java (*Nature,* 20 déc., 3 janv.). MM. Beyerinck et van Dam, chargés de faire l'analyse des cendres volcaniques envoyées de Java au laboratoire de Chimie agricole de Wageningen (Hollande), ont eu ensuite l'occasion de constater certaines analogies entre les cendres en question et les sédiments gris qu'une forte pluie, tombée le 13 décembre, avait déposés sur les vitres des fenêtres exposées au nord-ouest. Cette observation a été renouvelée le 11 janvier dernier (*Nature,* 20 déc., 31 janv.). En Angleterre, MM. Burton et Edm. Clark ont également recueilli des sédiments laissés par la pluie du 12 décembre (*Nature,* 3 janv.). De Genève, M. E. Yung écrit à l'Académie des Sciences (*Comptes rendus,* 17 déc.), que, depuis trois semaines, il a constaté, dans les produits de lavages de l'air, et dans l'eau provenant d'une chute de neige, la présence de globules de fer en nombre exceptionnellement grand. Le 18 décembre, il y a eu, en Westphalie, une chute de neige accompagnée d'une poussière noire. A Glen-Grey, dans le voisinage de Queenstown (colonie du Cap), il est tombé, le 28 novembre, une grande quantité de globules formés d'une matière blanchâtre qui se réduisaient en poussière lorsqu'on les touchait (*Nature,* 10 janv.). Voilà donc, à n'y pas regarder de trop près,

(¹) D'après M. Pélagaud (*Comptes rendus,* 28 janv.), ces crépuscules ont été observés le long d'une zone dont l'axe part du détroit de la Sonde pour aboutir au sud de Madagascar

Digitized by Google

des preuves tangibles de la présence des cendres volcaniques dans notre atmosphère. Mais ces preuves perdent un peu de leur valeur lorsqu'on se rappelle les cas si nombreux de pluies de poussière, rapportés dans l'intéressant petit livre de M. Gaston Tissandier, sur les *Poussières de l'air*. M. Nordenskiöld fait valoir à son tour, contre l'origine volcanique de ces poussières, la présence de particules charbonneuses, contenant du fer, de la silice, du phosphore et du cobalt, dans les sédiments de la neige récemment recueillie en Suède (*Comptes rendus,* 21 janv.).

Voici maintenant des faits d'un ordre différent, qui semblent corroborer l'explication assez généralement adoptée des phénomènes insolites qui nous occupent : ce sont des témoignages plus ou moins anciens, établissant la coïncidence de phénomènes du même genre avec des éruptions volcaniques. On a d'abord rappelé le brouillard sec de 1783, qui a suivi de près l'éruption du Skaptar-Jokul (il y eut, la même année, une grande éruption au Japon, tout comme, l'année dernière, la catastrophe de Java a été suivie, au mois d'octobre, de l'apparition d'un nouveau volcan dans les Aléoutes). Mais c'est surtout le brouillard sec de 1831 qui offre des analogies frappantes avec les phénomènes de 1883. D'après Arago (*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1832), le brouillard fut signalé pour la première fois le 3 août sur la côte d'Afrique, le 9 à Odessa, le 10 à Paris et dans le midi de la France, le 15 à New-York, et à la fin du même mois à Canton, en Chine. Partout on a vu le disque du Soleil bleu d'azur, verdâtre ou vert d'émeraude. Les nuits étaient d'une clarté singulière. Tous les journaux signalaient la longueur exceptionnelle des crépuscules et la coloration rouge du ciel. Kastner a recueilli ces récits dans les t. IV et V de ses *Archives de Météorologie;* on en trouve des extraits dans le *Traité de Météorologie* de Kæmtz (t. III). Or, c'est au mois de juillet qu'avait eu lieu l'éruption sous-marine qui fit surgir du sein de la Méditerranée l'île Julia.

De ces observations anciennes, on peut rapprocher le récit de M. Edward Whymper, qui, le 3 juillet 1880, se trouvait sur le versant occidental du Chimborazo, à une centaine de kilomètres au sud du Cotopaxi, quand il vit sortir de ce dernier une colonne de fumée qui bientôt atteignit une altitude d'environ 12000^{m}. Entraînées d'abord par un vent d'est, puis ramenées vers le sud

Digitized by Google

par un autre courant, les cendres du volcan arrivèrent sur le Chimborazo, voilant le Soleil, qui, vu au travers, paraissait d'un vert d'émeraude. Le ciel présentait de larges taches vertes, dont la teinte passait subitement au rouge (*Nature,* 27 déc.). Le colonel Stuart Wortley s'est rappelé, à son tour, la coloration splendide des couchers de soleil qu'il a vus à Naples pendant les éruptions de 1862 (*Nature,* 20 déc.).

Ce qu'il faut retenir de ces citations, c'est que les cendres volcaniques, dispersées par le vent, peuvent donner lieu à des effets d'optique semblables à ceux qui ont frappé tous les yeux pendant plusieurs mois. Cela n'exclut pas l'intervention subsidiaire d'autres causes, parmi lesquelles il sera permis de comprendre les poussières cosmiques dont l'atmosphère terrestre est incessament saupoudrée. M. Piazzi Smyth a rappelé que, d'après les évaluations les plus modérées, notre atmosphère reçoit environ 100000^{kg} de poussière météorique par jour, qui est disséminée sous forme de poudre impalpable et lentement entraînée vers le sol. Pendant son séjour sur le pic de Ténériffe, il a d'ailleurs constaté la présence de véritables strates de poussière à peine visible, qui paraissaient exister à l'état permanent, à un niveau très élevé. M. Langley a eu l'occasion de faire une remarque analogue pendant l'ascension du mont Whitney, en 1881. Parvenu à l'altitude de 4500^{m}, il a vu, au-dessous de lui, s'étendre à perte de vue un océan de poussière qui paraissait rougeâtre par réflexion, et qu'il n'avait point aperçu d'en bas. Un géologue distingué, M. Clarence King, a émis l'opinion que cette poussière provenait des déserts de l'Asie centrale (*Nature,* 31 janv.). Le baron de Richthofen, dans son Voyage en Chine, mentionne aussi les nuages de poussière jaunâtre dont l'air est toujours chargé dans ces régions, et qui donnent au Soleil une couleur bleu pâle. M. Langley pense qu'une enveloppe continue de poussière doit exister tout autour de la Terre. Peut-être que l'électricité joue un rôle dans la suspension de ces poussières au sein d'un air très raréfié.

Il ne faut pas, d'autre part, oublier le rôle important dévolu, dans les phénomènes d'optique météorologique, à ces fines aiguilles de glace qui donnent naissance aux cirrhus. Ainsi que l'a fait remarquer M. Alluard (*Comptes rendus,* 21 janv.), il suffit même, pour expliquer certains effets de lumière, d'admettre une stratifi-

Digitized by Google

cation des couches atmosphériques, produite par un décroissement irrégulier de la température. M. Tacchini, dans l'article déjà cité, soutient l'opinion que les longs crépuscules ont été dans un rapport étroit avec l'état hygrométrique de l'atmosphère; à ceux qui invoquent l'éruption de Java pour expliquer les colorations insolites du ciel, il oppose les nombreuses éruptions qui ne paraissent avoir produit rien de pareil. Il sera temps de choisir entre toutes ces explications quand nous connaîtrons d'une manière plus complète l'ensemble des observations auxquelles ont donné lieu les singuliers phénomènes de 1883. Ce qui semble prouvé, c'est qu'il s'agit ici, très probablement, de phénomènes de réflexion, dus à la présence de matières finement divisées dont la nature reste à déterminer; la lumière ainsi réfléchie n'est, sans doute, que la lumière ordinaire du soleil couchant, colorée par transmission à travers les couches basses, chargées de vapeurs.

COMÈTES ET PLANÈTES DE 1883,

PAR M. G. BIGOURDAN.

La grande comète de septembre 1882 (II, 1882) a été encore visible pendant la première partie de 1883. Au moment de son passage au périhélie, sa distance à la surface du Soleil n'était que les deux tiers du rayon solaire : on pouvait donc craindre qu'elle n'eût éprouvé, de la part de l'atmosphère du Soleil, des résistances qui auraient altéré son mouvement; mais la représentation, par une même ellipse, des observations faites avant le passage au périhélie et celles qui ont été faites après a montré que ces résistances sont très faibles, si même elles existent.

Outre son éclat exceptionnel, cette comète a été remarquable par les petites masses cométaires détachées qui l'accompagnaient et par la multiplicité de ses noyaux. La distance apparente des deux noyaux principaux a été constamment en augmentant et l'angle de leurs positions relatives a aussi varié beaucoup. Cette comète a été observée jusqu'au 1er juin. On avait espéré la revoir en septembre, mais personne n'a signalé sa visibilité à cette époque. Sa période est d'environ 750 ans.

La comète I, 1883, fut découverte le 23 février par M. W.-R. Brooks, à Phelps (New-York), et le même jour, quelques instants

Digitized by Google

plus tard, par M. Lewis Swift, directeur de l'Observatoire de Rochester. Elle avait déjà passé au périhélie (18 février) et son éclat diminua constamment. A l'époque de sa découverte, elle formait une nébulosité à peu près ronde de 2′ ou 3′ de diamètre, accompagnée d'une queue rectiligne de 15′ à 20′; le centre de la tête était assez brillant et l'éclat diminuait rapidement du centre aux bords. Elle a été observée jusqu'au 15 avril.

Comète Pons 1812-*Brooks* 1883. — Cette comète fut trouvée à Marseille par Pons le 20 juillet 1812 et fut observée jusqu'au 27 septembre suivant; elle passa au périhélie le 15 septembre 1812. Encke reconnut l'impossibilité de représenter par une parabole l'ensemble des observations, calcula une orbite elliptique et fixa la durée de sa révolution à $70^{\text{ans}},68$ avec une certitude de ± 7 ans. MM. Schulhof et Bossert recalculèrent cette orbite elliptique en s'aidant d'observations inconnues à Encke et en employant les meilleures positions des étoiles de comparaison : ils trouvèrent, pour durée de la révolution, $73^{\text{ans}},18$, intervalle à diminuer de $544\frac{1}{2}$ jours, à cause des perturbations. La comète devait, par suite, passer de nouveau à son périhélie le 3 septembre 1884. On sait maintenant qu'en réalité elle y a passé le 26 janvier dernier. L'écart de ces deux dates est vraiment faible, surtout si l'on songe que les observations de 1812 n'embrassent que 49 jours, pendant lesquels la comète avait parcouru un arc géocentrique inférieur à 120°. Le 2 septembre 1883, M. Brooks trouvait une petite comète, qui fut observée trois jours après en Europe : la première orbite calculée montra que c'était la comète déjà trouvée par Pons en 1812, dont MM. Schulhof et Bossert avaient donné, à la fin de leur Mémoire, des éphémérides étendues pour faciliter sa recherche

L'éclat de cette comète a varié très irrégulièrement : annoncée de 10e grandeur le 2 septembre 1883, elle était à peine de 12e quand elle fut observée la première fois en Europe, le 5 septembre; et elle était faible encore le 22 septembre; le lendemain elle avait totalement changé d'aspect et était de 8e grandeur. Le 1er octobre elle était redevenue plus faible que les jours précédents; après avoir augmenté de nouveau, elle a commencé d'être visible à l'œil nu vers le 20 novembre. M. S.-C. Chandler a signalé sa connexion possible avec des étoiles filantes du commencement de décembre.

Deux autres comètes périodiques étaient annoncées pour 1883 :

Digitized by Google

la comète de d'Arrest, dont les perturbations avaient été calculées par M. Leveau, et une des comètes de Tempel (II, 1873) dont les perturbations avaient été calculées par M. Schulhof : ces astres ont passé très loin de la Terre et il n'a pas été possible de les apercevoir.

Quatre petites planètes ont été découvertes en 1883.

(232) *Russia,* découverte par M. J. Palisa à Vienne le 31 janvier; elle était alors de 12e grandeur et a pu être observée jusqu'au 6 mai, où elle était extrêmement faible (14,3).

(233) », découverte par M. Borrelly à Marseille le 11 mai; elle ressemblait alors à une étoile de 11e grandeur et a été observée jusqu'au 29 juin.

(234) *Barbara,* découverte par le professeur C.-H.-F. Peters à Clinton le 12 août; elle était alors de 10e grandeur et a été observée jusqu'au 24 novembre.

(235) *Carolina,* découverte par M. J. Palisa à Vienne le 20 novembre, ressemblait alors à une étoile de 12e grandeur; elle est encore observable.

NOUVEL OBSERVATOIRE DE « LA PLATA. »

Le dernier courrier du Rio de la Plata apporte la nouvelle intéressante de la création d'un nouvel Observatoire dans l'Amérique du Sud, où ils sont malheureusement encore si peu nombreux.

Le gouverneur de la Province de Buenos-Ayres, M. Dardo Rocha, qui a déjà tant contribué aux récents progrès accomplis dans la Confédération argentine, a fait décréter la fondation d'une nouvelle ville, *la Plata,* comme capitale de la province. Cette ville, déjà commencée à *la Ensenada de Baragan*, sur le bord du fleuve, va être pourvue d'un observatoire dont le directeur nommé est M. Beuf, lieutenant de vaisseau très distingué de notre marine, ancien directeur de l'Observatoire de Toulon, et dernièrement encore directeur de l'École navale argentine. Le décret attribue à M. Beuf une solde annuelle de 24000fr et une somme de 100000fr pour les premières constructions, avec l'autorisation de choisir son personnel. Il peut disposer déjà d'un certain nombre d'excellents instruments, construits en France pour l'observation du passage de Vénus aux frais du Gouvernement argentin. Le dernier courrier apporte de plus la commande de nouveaux instruments.

Digitized by Google

Le premier travail très important, aussi bien au point de vue scientifique qu'au point de vue des besoins de l'administration du pays, qui va être entrepris, est le levé de la Carte de la province, dont on ne possède encore que des esquisses très imparfaites. M. Beuf adopte pour ce grand travail le seul procédé rapide, économique et en même temps très exact que comporte la nature de ce pays. L'immense étendue et l'uniformité des plaines ou *pampas* qui en composent la plus grande partie rendaient en effet impraticables dans l'état actuel les procédés géodésiques ordinaires, parce que la très faible dimension qu'il serait possible de donner aux triangles aurait nécessité un nombre considérable de stations. Il en serait résulté une très grande perte de temps et une grande accumulation d'erreurs en cheminant au milieu d'un pays aussi plat, où l'absence de pierres rendrait impossible la construction des nombreux signaux géodésiques. M. Beuf s'est donc décidé à profiter de l'extrême précision qu'on obtient aujourd'hui à l'aide de nos excellents instruments portatifs et du télégraphe, pour procéder à la détermination astronomique de cinquante points également répartis sur toute la province, auxquels on rattachera, par des procédés topographiques aussi exacts que possible, tous les détails du pays environnant. Si l'on a un personnel suffisant, on pourra mener de front les deux opérations différentes, en commençant par la partie la plus peuplée, et l'on obtiendra en quelques années de travail une excellente et très utile Carte de cette magnifique province, où la population, les chemins de fer et l'exploitation du sol ont fait de si rapides progrès depuis quinze ou vingt ans. Il serait bien désirable que ce même procédé fût appliqué par le Gouvernement national à tout le territoire de la Confédération argentine, chaque province faisant les frais du travail qui la concerne; c'est la seule manière possible d'arriver à avoir, en peu de temps et avec le moins de dépense possible, une bonne Carte de la Confédération argentine et de rendre réalisable la mesure d'un grand arc de méridien, qui serait si utile dans cette partie de l'hémisphère sud pour l'étude de la forme du globe. On ne saurait trop féliciter le gouverneur de la province de Buenos-Ayres de la féconde initiative qu'il vient de prendre dans ces entreprises scientifiques.

Digitized by Google

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

SUR CERTAINES SOLUTIONS PARTICULIÈRES DU PROBLÈME DES TROIS CORPS

Par M. H. POINCARÉ.

But de ce travail.

La solution générale du problème des trois corps est encore à trouver, et, bien qu'on ait, dans ces derniers temps, donné des développements purement trigonométriques des distances mutuelles, ces séries, qui peuvent rendre des services dans la pratique, ne sont pas théoriquement satisfaisantes, parce que la convergence n'en est rien moins que démontrée. Il y a cependant certaines solutions particulières pour lesquelles ces difficultés relatives à la convergence n'existent pas : ce sont celles où les distances mutuelles sont des fonctions périodiques du temps et que l'on pourrait appeler *solutions périodiques*.

Je considère en effet trois masses, M, m et m', et je suppose que les rapports $\frac{m}{M}$ et $\frac{m'}{M}$ soient très petits. Je suppose de plus que les deux petites masses m et m' soient rapportées à la grande masse M, de sorte que, quand je parlerai de la position et de la vitesse des petites masses, j'entendrai leur position et leurs vitesses relatives par rapport à M.

Je dirai que les trois masses sont en conjonction symétrique si leurs vitesses sont perpendiculaires à leur plan. Dans le cas particulier où les inclinaisons sont nulles et où les trois masses restent constamment dans un même plan, je dirai qu'elles sont en conjonction symétrique si elles sont en ligne droite et de façon que leurs vitesses soient perpendiculaires à la droite qui les joint.

Supposons maintenant qu'à l'époque t_0 il y ait conjonction symétrique ; les distances mutuelles des trois masses seront alors les mêmes aux temps $t_0 + h$ et $t_0 - h$. Supposons qu'à l'époque t_1 il y ait encore conjonction symétrique ; les distances mutuelles reprendront les mêmes valeurs aux temps $t_1 + h$ et $t_1 - h$. Ces distances mutuelles seront donc des fonctions périodiques du temps

Digitized by Google

avec la période $2(t_1 - t_0)$. Après une période, le système se retrouve dans la même situation relative; il a seulement tourné d'un certain angl e dans l'espace. Je choisirai l'origine et l'unité du temps de telle façon que

$$t_0 = 0, \quad t_1 = \pi,$$

et que la période soit 2π. Je prendrai pour plan des xy un plan perpendiculaire à la fois au plan des trois corps aux deux époques 0 et π : ce sera évidemment le plan du maximum des aires. Je prendrai l'axe des x dans le plan des trois masses à l'époque 0. Il en résulte qu'à l'époque 0 les longitudes de m et m' sont 0, celles des périhélies 0 et celles des nœuds $\frac{\pi}{2}$. Dans le cas des inclinaisons nulles, je prendrai pour plan des xy le plan commun des orbites et pour axe des x la droite qui joint les trois masses à l'époque 0.

Existe-t-il de pareilles solutions, au moins pour le cas dans lequel je me renfermerai et où deux des masses sont supposées très petites ? Je me propose de faire voir qu'il y en a de trois sortes :

Première sorte : inclinaisons nulles, excentricités très petites;

Deuxième sorte : inclinaisons nulles, excentricités finies;

Troisième sorte : inclinaisons finies, excentricités très petites.

Je ferai voir ensuite quel parti on peut en tirer.

Formule de M. Kronecker.

M. Kronecker a donné, dans les *Monatsberichte* (1869), une formule qui donne le nombre des solutions de n équations à n inconnues qui satisfont à des inégalités données. Nous ferons l'application suivante de cette formule :

Soient $X_1, X_2, \ldots, X_n$ *n fonctions continues des n variables* $x_1, x_2, \ldots, x_n$. *Supposons que* X_i *soit toujours positif pour* $x_i = a_i$ *et toujours négatif pour* $x_i = -a_i$. *Il existera au moins un système de valeurs des x qui satisfera aux inégalités*

$$(1) \qquad -a_1 < x_1 < a_1, \quad -a_2 < x_2 < a_2, \quad \ldots, \quad -a_n < x_n < a_n$$

et aux équations

$$(2) \qquad X_1 = X_2 = \ldots = X_n = 0.$$

Les équations (2) auront donc toujours une solution.

Pour faire comprendre comment on peut démontrer ce théorème, supposons que nous n'ayons que deux variables x_1 et x_2, que nous

Digitized by Google

regarderons comme les coordonnées d'un point dans un plan. Alors les inégalités (1) signifient que ce point est à l'intérieur d'un certain carré ABCD dont les côtés ont pour équations

AB... $x_1 = a_1$ CD... $x_1 = -a_1$ BC... $x_2 = a_2$ DA... $x_2 = -a_2$.

La courbe $X_2 = 0$ part alors d'un point du côté AB pour aboutir à un point de CD; de même la courbe $X_1 = 0$, partant d'un point de BC pour aboutir à un point de DA, doit forcément rencontrer la première à l'intérieur du carré.

Méthode générale.

On voit immédiatement l'avantage que peut présenter l'application de ce théorème. Pour démontrer rigoureusement que certaines équations peuvent être satisfaites, il suffit d'étudier le signe de certaines fonctions. Or, si les masses sont très petites, les signes de ces fonctions seront les mêmes que quand ces masses sont nulles, c'est-à-dire dans le cas du mouvement keplérien.

J'ai supposé qu'au temps o les longitudes des masses et des périhélies sont nulles et celles des nœuds $\frac{\pi}{2}$. Il reste comme éléments initiaux arbitraires les moyens mouvements n et n', les excentricités e et e', les inclinaisons i et i'.

Soient maintenant X, Y, Z, ... un certain nombre de fonctions des coordonnées et des vitesses de m et de m' au temps π. Nous prendrons trois fonctions seulement pour fixer les idées; ce seront des fonctions des éléments initiaux et des masses. Si les masses sont assez petites, on démontre aisément que ces fonctions peuvent être développées en séries suivant les puissances croissantes des masses, de sorte qu'on a, par exemple,

$$X = X_0 + X_1 + X_2 + \ldots + X_n + \ldots,$$

X_n désignant l'ensemble des termes d'ordre n par rapport aux masses.

Considérons trois des éléments initiaux comme constants et faisons varier les trois autres. Je suppose que l'on puisse choisir ces derniers éléments de telle façon que

$$X_0 = Y_0 = Z_0 = 0,$$

et que le déterminant fonctionnel de X_0, Y_0, Z_0 par rapport aux

Digitized by Google

trois éléments variables ne soit pas nul, je dis qu'on pourra choisir ces mêmes éléments de façon que

$$X = Y = Z = 0.$$

En effet, si le déterminant fonctionnel en question n'est pas nul, on pourra, en donnant aux éléments initiaux des valeurs voisines de celles qui annulent X_0, Y_0 et Z_0, obtenir pour ces trois fonctions tous les systèmes de valeurs satisfaisant aux inégalités

$$X_0^2 < a_1^2, \quad Y_1^2 < a_2^2, \quad Z_0^2 < a_3^2,$$

si a_1, a_2 et a_3 sont assez petits. On pourra alors considérer X, Y et Z comme des fonctions de X_0, Y_0 et Z_0, et il est clair que, si les masses sont assez petites par rapport à a_1, a_2, a_3, on aura

$$X > 0 \quad \text{pour} \quad X_0 = a_1; \quad X < 0 \quad \text{pour} \quad X_0 = -a_1,$$

et de même pour Y et pour Z. C'est dire qu'on pourra appliquer le théorème de M. Kronecker et que les éléments initiaux pourront être choisis de telle façon que

$$X = Y = Z = 0.$$

C. Q. F. D.

Ce théorème ne s'appliquerait pas si X_0 était identiquement nul, parce qu'alors le déterminant fonctionnel serait nul; mais dans ce cas il suffirait de remplacer X_0 par X_1, qui donne alors son signe à X quand les masses sont assez petites. Nous en verrons plus loin des exemples.

Solutions de la première sorte.

Supposons i et i' nuls, e et e' très petits. Soient maintenant X la différence de longitude de m et de m' au temps π; Y et Z les dérivées, par rapport au temps, des rayons vecteurs de m et de m' à cette même époque π.

Si l'on a

$$e = e' = 0, \quad n - n' = 1$$

on a

$$X_0 = Y_0 = Z_0 = 0,$$

et il est aisé de voir que le déterminant fonctionnel n'est pas nul. On a donc, pour des valeurs très petites de e et de e',

$$X = Y = Z = 0.$$

Digitized by Google

Ces équations signifient qu'au temps π les trois masses se retrouvent en conjonction symétrique : il y a donc des solutions périodiques de la première sorte; il y en a même une quadruple infinité. En effet, renonçons momentanément au choix d'unités et d'axes que nous avons fait plus haut et supposons des unités et des axes quelconques. Nous pouvons alors choisir arbitrairement les époques t_0 et t_1 de la première et de la seconde conjonction symétrique, et les longitudes α_0 et α_1 de m à ces deux époques. On doit cependant exclure tout choix tel que $\alpha_1 - \alpha_0$ soit multiple de π, parce qu'alors notre déterminant fonctionnel ne serait plus nul; il ne faut même pas que la différence entre $\alpha_1 - \alpha_0$ et un multiple de π soit de même ordre que les masses.

Il en résulte que les distances mutuelles des trois corps peuvent se développer en séries ordonnées suivant les cosinus des multiples de t. Quant aux coefficients de $\cos pt$, ils peuvent eux-mêmes être développés en séries ordonnées suivant les puissances croissantes des masses, et convergentes pourvu que ces masses soient assez petites.

La difficulté était de démontrer rigoureusement l'existence de la solution périodique et d'écarter ainsi à l'avance tous les embarras que pourraient nous causer les questions de convergence. On peut ensuite calculer les coefficients par des approximations successives. Donnons ici la première approximation, en négligeant les carrés des masses. Si les masses étaient nulles, on aurait la solution du problème en donnant à a et a', n et n' des valeurs convenables, et avec des excentricités nulles et des longitudes o au temps o, on aura $n - n' = 1$.

Posons

$$R = \frac{1}{\sqrt{a^2 + a'^2 - 2aa'\cos t}} - \frac{a}{a'^2}\cos t = \sum A_j \cos jt$$

$$(j = -\infty \ldots -1, 0, t, \ldots, \infty)$$

et

$$B_j = 2nA_j + a\frac{dA_j}{da}, \quad C_j = 3nA_j + 2a\frac{dA_j}{da}.$$

On trouvera, pour les coordonnées polaires de la première petite masse,

$$r = a + \frac{a^2 n}{\mu}\sum B_j\left(\frac{1}{n+j} + \frac{1}{n-j}\right)\frac{\cos jt}{2},$$

$$v = nt + \frac{a}{\mu}\sum jB_j\left(\frac{1}{n+j} + \frac{1}{n-j}\right)\sin jt + \frac{an}{\mu}\sum\frac{C_j}{j}\sin jt,$$

Digitized by Google

μ étant un coefficient dépendant des masses, et de même pour la seconde petite masse.

Ces formules ne s'appliquent pas au cas où n est un nombre entier.

Solutions de la deuxième sorte.

Supposons encore les inclinaisons nulles, mais ne supposons plus les excentricités très petites. Soient l, l', ϖ et ϖ' les longitudes des deux masses m et m' et celles de leurs périhélies au temps π. Soient

$$X = \varpi - \varpi', \quad Y = l - \varpi, \quad Z = l' - \varpi'.$$

Ici X_0 est identiquement nul; pour de petites valeurs des masses, c'est donc X_1 qui donne son signe à X. Il faut donc démontrer que l'on peut choisir les éléments initiaux de telle façon que

$$X_1 = Y_0 = Z_0 = 0.$$

On peut évidemment choisir les moyens mouvements n et n' de telle façon que Y_0 et Z_0 soient nuls. Il s'agit maintenant de faire voir que, n et n' étant désormais regardés comme déterminés, on peut choisir e et e' de telle façon que

$$X_1 = 0. \tag{3}$$

Or cette équation peut s'écrire

$$m'\delta_1\varpi = m\delta_1\varpi',$$

en posant

$$m'\delta_1\varpi = -\frac{an\sqrt{1-e^2}}{e}\int_0^\pi \frac{dR}{de}\,dt,$$

$$m\delta_1\varpi' = -\frac{a'n'\sqrt{1-e'^2}}{e'}\int_0^\pi \frac{dR'}{de'}\,dt;$$

de sorte qu'on peut écrire

$$m'e\,\delta_1\varpi = A + Be + Ce' + \ldots$$
$$me'\,\delta_1\varpi' = A' + B'e + C'e' + \ldots,$$

les seconds membres étant des séries ordonnées suivant les puissances de e et de e' et convergentes pour les petites valeurs de ces quantités. Nous supposerons d'abord que ces excentricités sont assez petites pour qu'il y ait convergence. Cela nous suffira pour montrer la possibilité de satisfaire à l'équation (3). Si n n'est pas

Digitized by Google

multiple de $n - n'$, A et A′ sont nuls. Si n n'est pas multiple de $\frac{n-n'}{2}$, B, C, B′, C′ se réduisent aux termes dits *séculaires*. Nous supposerons que ces conditions sont remplies, puisque notre but est seulement d'établir la possibilité de satisfaire à l'équation (3).

L'équation (3) peut alors s'écrire

$$0 = \boxed{1,0}\, e^2 + ee'[(0,1) - (1,0)] - e'^2 \boxed{0,1} + \varphi,$$

φ se composant de termes d'ordre plus grand que deux par rapport aux excentricités. Si l'on considère e et e' comme les coordonnées d'un point dans un plan, l'équation (3) représente une courbe présentant un point double à l'origine. Nous nous proposons de démontrer que cette courbe est réelle, et, pour cela, il nous suffit de faire voir que les tangentes au point double sont réelles; or ces tangentes sont données par l'équation

$$(4) \qquad \boxed{1,0}\, e^2 + ee'[(0,1) - (1,0)] - e'^2 \boxed{0,1} = 0.$$

Mais on a

$$\boxed{1,0} = \boxed{0,1}\, \frac{m\sqrt{a}}{m'\sqrt{a'}}.$$

Donc l'équation (4) a ses coefficients extrêmes de signe contraire; donc elle a des racines réelles. Donc par l'origine passent deux branches réelles de courbe que l'on pourra suivre jusqu'à une distance *finie* de l'origine. Donc l'équation (3) peut être satisfaite par des valeurs *finies* des excentricités. En répétant le raisonnement fait plus haut, on conclurait de là qu'on peut donner aux éléments initiaux des valeurs qui annulent à la fois XY et Z, ce qui démontre l'existence des solutions périodiques de la deuxième sorte.

Le raisonnement serait en défaut si les excentricités étaient infiniment petites de l'ordre des masses.

Solutions de la troisième sorte.

Supposons les inclinaisons finies et les excentricités très petites.

Soient l, l', θ et θ' les longitudes des deux masses et de leurs nœuds au temps π. Posons

$$X = \theta - \theta', \quad Y = l - \theta + \frac{\pi}{2}, \quad Z = l' - \theta' + \frac{\pi}{2}.$$

Digitized by Google

Soient maintenant T et U les dérivées des rayons vecteurs de m et de m' par rapport au temps, à l'époque π. Ici encore X_0 est identiquement nul, et c'est X_1 qui donne son signe à X. Si l'on annule e et e' et si l'on choisit convenablement n et n', on aura

$$Y_0 = Z_0 = T_0 = U_0 = 0.$$

Il reste à montrer que e, e', n et n' étant supposés désormais déterminés, on peut choisir i et i' de façon à satisfaire à l'équation

$$X_1 = 0.$$

Cela est toujours possible, car cette équation signifie simplement que le plan des xy est le plan invariable. On n'a qu'à répéter le raisonnement déjà fait plus haut pour voir que l'on peut choisir les éléments initiaux de telle sorte que

$$X = Y = Z = T = U = 0,$$

ce qui démontre l'existence d'une infinité de solutions périodiques de la troisième sorte.

Solutions de la quatrième sorte.

Il est possible qu'il existe des solutions de la quatrième sorte, où les excentricités et les inclinaisons sont finies à la fois; mais je n'ai pu encore démontrer leur existence que pour certaines valeurs du rapport $\frac{m}{m'}$.

Application des solutions périodiques. — Il semble au premier abord que ces solutions périodiques ne puissent être d'aucune utilité pratique, puisqu'elles correspondent à des valeurs *particulières* des éléments initiaux, valeurs dont la probabilité est nulle. Mais, si les éléments initiaux sont très voisins de ceux qui correspondent à une solution périodique, on pourra rapporter les positions véritables des trois masses aux positions qu'elles occuperaient dans cette solution périodique et se servir, par conséquent, de cette solution comme d'une *orbite intermédiaire*. Appelons r, v, r', v' les coordonnées polaires de m et de m' sur cette orbite intermédiaire, $r+\rho$, $v+\omega$, z, $r'+\rho'$, $v'+\omega'$, z' les coordonnées semi-polaires de ces mêmes masses sur leur orbite réelle; les quantités ρ, ω, z, ... sont très petites au moins pendant un certain

Digitized by Google

temps. Nous pourrons alors écrire les équations du mouvement sous la forme suivante :

$$\frac{d^2\rho}{dt^2} = \mathrm{R}, \tag{5}$$

R étant une série ordonnée suivant les puissances de ρ, ω, z, ρ', ω', z' et de leurs dérivées du premier ordre et dont les coefficients dépendent de r, r' et $v - v'$, et sont par conséquent des fonctions périodiques du temps avec la période 2π. Il faut y ajouter cinq équations de même forme qui donnent les valeurs de

$$\frac{d^2\omega}{dt^2}, \quad \frac{d^2 z}{dt^2}, \quad \frac{d^2\rho'}{dt^2}, \quad \frac{d^2\omega'}{dt^2}, \quad \frac{d^2 z'}{dt^2}.$$

On peut appliquer à ces équations les méthodes de M. Lindstedt et d'autres encore qui conduisent à des résultats sur lesquels je reviendrai plus tard.

Aujourd'hui je supposerai que ρ, ω, ..., qui sont de l'ordre des excentricités et des inclinaisons, soient assez petits pour qu'on puisse négliger leurs carrés ; les équations se réduiront à des équations linéaires (5) admettant pour coefficients des fonctions périodiques du temps avec la période 2π.

L'intégrale générale de l'équation (5) est de la forme

$$\rho = \mathrm{F} + t\Phi,$$

où F et Φ sont des séries trigonométriques. Le dernier terme est séculaire ; mais *on peut toujours choisir l'orbite intermédiaire de façon que ce terme soit nul.* Les différences ρ, ω, z, ... sont alors exprimables par des séries trigonométriques.

Voici quelle me semble pouvoir être l'utilité de l'étude des équations (5). Dans le calcul des variations séculaires des excentricités, on est conduit à des équations qui sont linéaires comme les équations (5), mais où les coefficients sont des séries trigonométriques de plusieurs arguments (deux, dans le cas de trois corps). On supprime ensuite tous les termes périodiques pour ne conserver que les termes constants. Il n'est pas sûr qu'on ne commette pas ainsi une erreur considérable ; car, si l'on faisait l'intégration en tenant compte des termes périodiques, les approximations successives introduiraient des termes à petit argument qui pourraient exercer une influence appréciable sur la valeur de la période des excentricités. Au contraire, en étudiant les équations (5), on ne

Digitized by Google

rencontrera pas cette difficulté, puisque les coefficients ne dépendent que d'un seul argument. L'étude de cette équation permettra donc de se rendre compte de la grandeur de l'erreur commise par la méthode ordinaire.

NOTICE SUR LES RAIES TELLURIQUES DU SPECTRE SOLAIRE ET EN PARTICULIER SUR LE GROUPE α;

PAR M. A. CORNU.

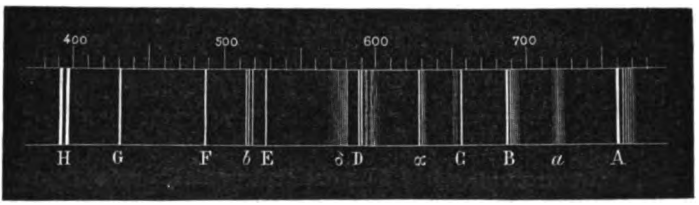
Depuis les travaux de Brewster et de M. Janssen, on distingue dans le spectre solaire deux espèces de raies sombres : les unes dont l'aspect reste toujours le même, les autres qui deviennent plus larges et plus sombres à mesure que le Soleil s'approche de l'horizon. Les premières, pour la plupart identifiées avec les raies brillantes de vapeurs métalliques (fer, magnésium, calcium, sodium, nickel, etc.) ont été attribuées à l'absorption produite par les substances métalliques vaporisées à la surface du Soleil; les autres, en raison de leur intensité variable avec l'épaisseur atmosphérique traversée par les rayons solaires, s'expliquent par l'absorption élective que produisent les vapeurs ou les gaz froids de l'atmosphère terrestre : on doit donc distinguer les raies *solaires* et les raies *telluriques*.

Les désignations des principaux groupes de raies par des lettres A, B, C, ..., H, *a*, *b*, ..., imaginées dès le début par Fraunhofer (1817), c'est-à-dire, bien avant les travaux précités, n'établissent aucune distinction entre ces deux sortes de raies; quelques lettres nouvelles ont même été ajoutées, de sorte qu'actuellement la nomenclature des raies ne présente aucune symétrie et prêterait à la confusion, si le nombre de groupes à distinguer n'était fort restreint. Voici, en effet, le résumé de nos connaissances à ce sujet.

Parmi les huit raies principales primitivement dénommées par Fraunhofer depuis A jusqu'à H, pour séparer *à peu près* les sept couleurs principales du spectre (A, rouge extrême; B, rouge; C, orangé; D, jaune; E, vert; F, bleu; G, indigo; H, violet) six d'entre elles sont caractéristiques d'éléments métalliques et sont d'origine solaire (C et F, hydrogène; D, sodium; E, G, fer; H, calcium); les deux autres, A et B, sont telluriques.

Digitized by Google

Fraunhofer avait encore distingué deux groupes complexes, à savoir : une bande *a*, assez large, dans le rouge extrême et une raie triple très apparente *b*, dans le vert; *b* est métallique (magnésium) et *a* est d'origine terrestre.



Brewster, en découvrant de nouvelles bandes d'intensité variable dans le spectre, ajouta de nouvelles désignations qu'il est inutile de rappeler ici. Nous citerons seulement l'une des plus importantes, située dans l'orangé et nommée α dans le beau Mémoire d'Angström sur le spectre normal du Soleil.

La distinction de ces deux sortes de raies a exigé les efforts assidus de plusieurs physiciens; en voici brièvement l'historique: c'est surtout aux observations de M. Janssen qu'on doit la démonstration de l'origine tellurique des principaux groupes de la région la plus lumineuse du spectre solaire, en particulier de ceux qui sont près de la raie D dans l'orangé (¹); il a montré que ces bandes étaient résolubles en raies fines lorsqu'on augmente le pouvoir dispersif du spectroscope d'observation. Il est même parvenu à reconnaître que ces groupes telluriques doivent être attribués à la vapeur d'eau.

Angström a confirmé l'opinion de M. Janssen en observant la disparition complète de ces groupes au mois de janvier 1864, à Upsal, par une température de — 27° C. En effet, pendant les grands froids de l'hiver, l'atmosphère est presque absolument desséchée; aussi les raies voisines de D, de C et la bande *a*, si visibles en été, à égalité de hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon, ayant disparu complètement, doivent-elles être attribuées à la vapeur aqueuse.

Les groupes A, B et α subsistaient seuls par ces grands froids. Angström en conclut que A, B et α, d'ailleurs assez analogues d'as-

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXIII, p. 274.

Digitized by Google

pect, doivent avoir probablement pour origine l'absorption produite par un gaz permanent de l'atmosphère terrestre; mais, tout en mentionnant l'acide carbonique, il ne se prononça pas sur la nature chimique de l'absorbant.

L'observation quotidienne de l'intensité des bandes de la vapeur aqueuse avec un spectroscope à faible dispersion est devenue une donnée météorologique dans certains observatoires; j'ai montré, dans une publication récente (1), que l'emploi d'une dispersion un peu forte, résolvant ces bandes en raies isolées, permettait une évaluation précise de la quantité totale de vapeur d'eau existant à un moment donné dans l'atmosphère.

Une étude fort intéressante d'un astronome américain, M. Langley, sur les groupes A et B, a conduit à un résultat très curieux (2); ces deux groupes, observés avec une forte dispersion, présentent exactement la même structure et sont formés d'une bande résoluble et d'une série de doubles lignes formant cannelures : il est donc naturel de conclure que A et B sont dus tous deux à la même substance absorbante existant dans l'atmosphère sèche.

De nombreuses observations sur tous les groupes telluriques ont été exécutées par l'Astronome Royal d'Écosse, M. Piazzi Smyth, à Lisbonne et à Madère; le Mémoire détaillé (*Madeira spectroscopic*), dans lequel l'auteur résume tous les travaux de ses devanciers et ses propres observations, donne une idée très précise de l'état de la question dans ces derniers temps : on y trouve la confirmation de l'origine aqueuse des groupes voisins de D, de C et de la bande *a*, l'identité de structure de A et B, la nature tellurique de B, les doutes émis sur l'origine tellurique de A, enfin l'incertitude complète sur l'origine de la bande α, que M. Piazzi Smyth qualifie de *mystérieuse*.

La continuation de mes études sur l'absorption des radiations solaires de toute réfrangibilité par l'atmosphère (3) m'a conduit naturellement à l'examen de la bande α, dont l'importance ressort de l'exposé qui précède; le premier soin, dans ce genre de recher-

(1) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 801.

(2) *Proceedings of the American Academy*, 1878.

(3) *Sur l'absorption des radiations ultra-violettes par l'atmosphère* (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XC, p. 940).

Digitized by Google

ches, est de refaire, à grande échelle, la carte de la région à étudier (1).

Les premières journées d'observation (août et septembre 1883, Courtenay, Loiret) se passèrent à relever les raies visibles et à noter leurs variations relatives avec la hauteur du Soleil. Comme mes devanciers, je ne vis d'abord qu'un amas complexe de lignes sombres, distribuées irrégulièrement comme les raies telluriques voisines de D; mais de cette confusion sortit tout à coup une régularité singulière lorsque je parvins à démêler avec certitude les diverses espèces de raies qui se superposent dans ce groupe et qui appartiennent au moins à trois catégories distinctes. Il n'est peut-être pas sans intérêt d'indiquer brièvement la marche suivie pour atteindre ce résultat.

1° *Raies d'origine solaire.* — Avec le réseau Rutherfurd dont je faisais d'abord usage (2), la distinction des raies telluriques d'avec les raies solaires se faisait par la considération des intensités relatives à diverses hauteurs du Soleil. Cette détermination est extrêmement longue et pénible : elle exige des séries d'observations de plusieurs heures faites dans des conditions météorologiques à peu près constantes, et les résultats ne sont décisifs que si les raies à comparer sont voisines comme distance et comme intensité. Ayant reçu de M. le professeur Rowland un magnifique réseau sur métal que l'Université John Hopkins de Baltimore a gracieusement offert à l'École Polytechnique, j'essayai une méthode permettant d'abréger le travail et de déterminer, à la simple inspection, les raies d'origine solaire. Grâce à la dispersion des spectres, à l'intensité et à la perfection des images de cet admirable réseau (3), la réussite a été complète.

---

(1) L'atlas d'Angström est assez incomplet en cette région, et surtout présente une échelle trop réduite. Celui de M. Fiévez offre, au contraire, beaucoup de détails et m'a été fort utile dans ces études.

(2) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 801.

(3) La surface striée ne mesure pas moins de $0^m,06$ (longueur des traits) sur $0^m,08$ de largeur : la distance constante des traits est égale à $0^{mm},001760$. L'appareil d'observation se compose d'un collimateur de $1^m,18$ de longueur focale ($0^m,090$ d'ouverture) et d'une lunette de $1^m,40$ ($0,105$ d'ouverture) : l'angle des angles optiques est fixe (environ 42°), de manière à observer le deuxième spectre sous une incidence presque normale.

Digitized by Google

Le principe de la méthode est le déplacement des raies dans le spectre de la lumière émise par une source en mouvement absolu ou relatif, principe énoncé pour la première fois en 1848 par M. Fizeau, dans un Mémoire rectifiant les idées de Doppler (1). Ce déplacement des raies spectrales a été depuis considéré bien des fois par divers spectroscopistes (Secchi, Huggins, Zöllner, etc.), mais c'est à M. Thollon qu'on doit l'expérience où le déplacement dû à la rotation du Soleil a été mis hors de doute : l'artifice très élégant imaginé par M. Thollon consiste à comparer à des raies telluriques fixes les raies solaires, qui se déplacent suivant que l'on prend comme source l'une ou l'autre extrémité de l'équateur solaire (2). Par cette observation différentielle l'auteur s'est mis à l'abri des effets de parallaxes auxquels les dispositifs employés jusqu'ici à ces mesures peuvent donner lieu.

L'analyse des conditions optiques de la formation des images m'a permis de faire faire à la question un pas de plus et de rendre absolue l'observation relative que M. Thollon a si bien utilisée à la démonstration du principe de M. Fizeau.

Voici comment on doit opérer : on projette sur la fente du collimateur l'image très petite du disque solaire produite par une

---

(1) *Bulletin de la Société philomathique*, décembre 1848, et *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XIX, p. 211. La longueur d'onde λ de la source devient

$$\lambda' = \lambda\left(1 - \frac{v}{V}\right),$$

v étant la composante des vitesses relatives de la source par rapport à l'observateur suivant la direction du faisceau reçu, et V la vitesse de la lumière. Dans le cas où l'on considère comme source le contour apparent du soleil aux extrémités de l'équateur, le rapport $\frac{v}{V} = \frac{2}{300000}$, car la vitesse absolue du point de l'équateur solaire est égale très sensiblement à 2^{km} par seconde.

Le rayon solaire équatorial égale 108,6 fois le rayon terrestre de 6378^{km}, et la durée de la rotation solaire est de 25 jours 4 heures 29 minutes, suivant l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1884.

On en conclut aisément que le déplacement des raies spectrales dans le voisinage des raies D ($\lambda_1 = 589,40$, $\lambda_2 = 588,89$) est environ $\pm \frac{1}{160}$ de la distance de ces deux raies, suivant qu'on prend comme source le bord oriental ou le bord occidental de l'équateur solaire : le déplacement total atteint donc $\frac{1}{16}$ de cette distance.

(2) *Comptes rendus*, t. XCI, p. 369.

Digitized by Google

lentille achromatique de $0^m,10$ à $0^m,12$ de distance focale; on fait *osciller rapidement* (deux à trois fois par seconde) la lentille, de manière à amener alternativement les deux bords du disque tangentiellement au même point de la fente. On voit alors les raies d'origine solaire osciller comme la lentille, tandis que les raies telluriques restent fixes : les grains de poussière dont le fil horizontal du réticule est toujours parsemé servent de repères très commodes. L'amplitude de ce balancement des raies mobiles est d'autant plus grande que la direction de l'équateur solaire est plus près d'être normale à la fente; mais, grâce à l'oscillation rapide qu'on donne à l'image, le balancement est si net qu'il est reconnaissable à peu près dans toutes les orientations de l'équateur solaire. Au moindre balancement, il se produit même une singulière illusion : les raies mobiles paraissent se détacher en relief et osciller en avant du plan des raies fixes.

L'emploi d'une très petite image solaire en oscillation rapide (¹) constitue déjà un perfectionnement notable à la méthode ordinaire-

(¹) Le balancement des raies est tellement favorable à la netteté de l'impression physiologique qu'il rend visible des déplacements qui passeraient inaperçus sans cet artifice; on s'en convainc en opérant *statiquement;* à cet effet, on interpose entre la fente et la lentille collectrice un prisme biréfringent qui permet de rendre tangents normalement à la fente les deux bords opposés du disque solaire. Les raies telluriques restent rectilignes, les raies solaires sont inclinées et brisées. La brisure qui caractérise la double déviation n'est bien nette que lorsque l'orientation du disque solaire est voisine du maximum d'effet. Il est juste d'ajouter que ce mode opératoire diminue au moins de moitié l'intensité générale du champ de vision.

Néanmoins c'est celui qu'on doit appliquer à la distinction des raies telluriques et solaires par la *photographie* dans les régions infra-rouge ou ultra-violette. Il est alors utile d'employer le dispositif bien connu du prisme à réflexion totale pour orienter l'équateur solaire dans la direction la plus favorable, c'est-à-dire parallèlement à la fente du collimateur. Des essais préliminaires m'ont prouvé qu'on ne saurait trop s'attacher à réaliser la rigueur des conditions focales dont il est ici question pour obtenir sur les clichés des résultats probants.

Il est utile d'ajouter que l'intensité des radiations observées exerce une influence considérable sur la visibilité du phénomène : ainsi, dans les parties sombres du spectre solaire, la brisure et même le balancement des raies deviennent de moins en moins perceptibles, à mesure que l'éclat du champ diminue. Avec l'appareil dont je faisais usage, le phénomène s'effaçait au delà du groupe B dans le rouge, et en deçà de G dans le bleu; c'est alors que la photographie doit venir en aide à l'observateur.

Digitized by Google

ment employée ; mais il reste à indiquer les conditions que doivent remplir les appareils, conditions sans lesquelles le phénomène perd sa netteté et se réduit à l'apparence différentielle de M. Thollon, au lieu d'offrir le phénomène absolu qu'il importe d'obtenir.

La première condition est bien connue : le plan de l'image du disque solaire doit coïncider exactement avec la fente du collimateur; la seconde est non seulement négligée dans les spectroscopes, mais elle est même parfois rejetée comme défavorable à la beauté des images.

Cette condition est l'*aplanétisme* de l'image spectrale : elle consiste à faire coïncider, dans le plan du réticule de la lunette d'observation, les foyers des deux systèmes rectangulaires de lignes qu'on peut apercevoir dans le champ, à savoir les raies spectrales et les stries transversales causées par les défauts de la fente du collimateur (1). On reconnaît aisément que, si ces conditions sont remplies, le déplacement des faisceaux concentrés exactement dans le plan de la fente par la lentille collective est sans influence sur la position des raies spectrales, quelle que soit la loi de variation des intensités successives des faisceaux ; tandis que, dans le cas contraire, il peut se produire un déplacement anormal, ou *parallaxe* des images : de là l'impossibilité d'obtenir la fixité absolue des raies telluriques lors du balancement de la lentille collectrice. C'est probablement faute d'avoir eu égard à cette seconde condition que l'on n'a pas jusqu'ici obtenu cette fixité parfaite nécessaire à la rigueur des résultats. Lorsque les plans de toutes les images focales remplissent bien la condition de coïncidence indi-

(1) Dans le Mémoire détaillé, je donnerai la manière de corriger les spectroscopes de cette erreur d'aplanétisme, erreur généralement considérée comme avantageuse (comme dans les réseaux concaves), parce qu'elle débarrasse le champ de vision des stries horizontales à peu près inévitables.

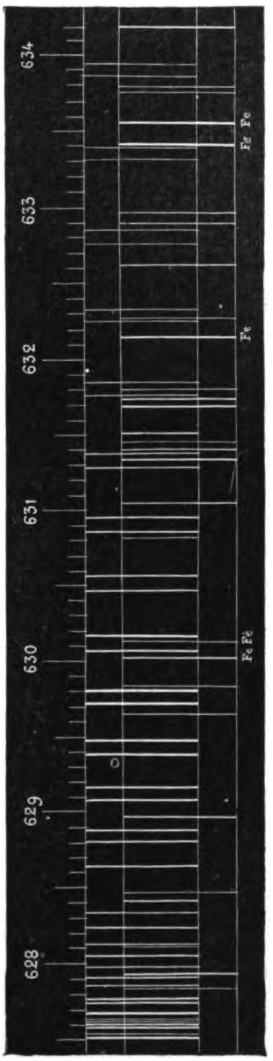
Il suffira de dire ici que cette correction s'obtient très aisément avec les réseaux, sans lentille auxiliaire, par la variation méthodique du tirage du collimateur et l'observation séparée des foyers des deux espèces de raies : les stries horizontales suivent la loi ordinaire des foyers conjugués, comme si le réseau n'existait pas; les raies spectrales sont soumises à une loi différente, de sorte qu'il est toujours possible de déterminer le plan où les deux systèmes de foyers coïncident.

Avec les spectroscopes à prismes, la correction sans lentille auxiliaire est moins simple : on l'obtient par une rotation convenable des prismes relativement à la position du minimum de déviation.

Digitized by Google

quée ci-dessus, la distinction des raies telluriques devient immédiate : on interroge, en quelque sorte individuellement, chaque

GROUPE TELLURIQUE α (ANGSTRÖM).



(L'échelle est double de celle de l'atlas d'Angström.)

LÉGENDE.

m, raies d'absorption de l'atmosphère sèche (raies du spectre complet prolongées vers le haut), le Soleil étant à quelques degrés de l'horizon ;

n, spectre complet ;

p, raies d'origine solaire (raies du spectre complet prolongées par le bas).

Les raies attribuées à la vapeur aqueuse sont celles qui ne sont prolongées ni vers le haut ni vers le bas.

raie ; elle répond, par sa fixité, qu'elle est d'origine terrestre ; par son balancement, qu'elle est d'origine solaire.

Digitized by Google

La figure ci-dessus met en évidence les principales raies d'origine solaire du groupe α (raies prolongées vers le bas) : presque toutes sont comparables en intensité aux raies telluriques voisines, ce qui produit la complexité apparente du premier abord. L'examen attentif de ces raies métalliques, sous une grande dispersion, montre que leur aspect est tout autre qu'on ne le croit généralement. Parmi les plus fortes, quelques-unes (telles que $\lambda = 627,94$; 628,97; 629,84; 630,03; 630,13, ...) paraissent grises, larges et estompées sur les bords, caractère ordinaire des bandes d'absorption à froid ; au contraire, les raies telluriques sont nettes, comme tracées au tire-ligne et d'un noir très accentué. Cette sorte d'interversion des caractères ordinaires apportait une difficulté de plus à l'étude de cette région et, sans la méthode du balancement des raies, il eût fallu bien du temps pour éviter les confusions [1].

2° *Raies dues à l'atmosphère sèche.* — Le départ des raies d'origine solaire étant effectué, les principales raies telluriques qui subsistent (raies prolongées vers le haut, figure ci-dessus) forment deux séries inégales de doubles raies dont l'aspect cannelé rappelle immédiatement celui des groupes telluriques A et B, si bien étudiés par M. Langley (*Proceedings of the American Academy*, 1878). Plus on examine ces trois groupes, plus l'analogie devient frappante; on retrouve, en quelque sorte ligne pour ligne, les moindres détails de structure, si bien qu'on doit les considérer comme formant véritablement trois groupes harmoniques, analogues à ceux que présentent les spectres des éléments métalliques (doublets de l'aluminium, du calcium; triplets du magnésium, du zinc, du cadmium, etc.).

Cette identité de structure conduit forcément à admettre que le

---

[1] Le Mémoire de M. C. Piazzi Smyth, *Madeira spectroscopic*, en fournit une preuve : les deux Planches (IX et X) consacrées à la comparaison du groupe α aux grandes et aux faibles hauteurs du Soleil au-dessus de l'horizon présentent un relevé très détaillé de toutes les raies avec leurs intensités respectives dans les deux cas; malgré la variété et le nombre des observations qu'elles représentent, la distinction des raies telluriques n'a pas été assez frappante pour mettre en évidence la symétrie de leur répartition, de sorte que l'analogie du groupe α avec B et A paraît avoir complètement échappé à l'éminent Astronome royal d'Écosse. Ces deux Planches (IX et X) reproduisent fidèlement l'aspect complexe que présente le groupe α lorsqu'on l'examine pour la première fois.

Digitized by Google

groupe α est produit par le même élément absorbant que A et B : c'est ce que pensait Angström, d'après ses observations hivernales; l'étude ci-dessus en constitue une véritable démonstration. La conséquence qu'on en déduit est fort importante : d'après des expériences directes, M. Egoroff (*Comptes rendus,* t. XCVII, p. 555) a annoncé que les groupes A et B doivent être attribués à l'absorption par l'oxygène de l'air (1). Il faut en conclure que α est également dû à l'oxygène. Comme l'intensité des groupes A, B, α va en diminuant, on comprend comment l'auteur, ayant observé A d'abord, puis B, déjà très faible, n'a pu apercevoir α (2).

3° *Raies de la vapeur aqueuse.* — En dehors des raies solaires et de celles de la série précédente, on observe encore des raies qui prennent aux basses hauteurs du Soleil une intensité considérable; elles ont un aspect particulier qui les distinguerait à la rigueur des groupes précédents, mais leur caractère propre est de s'effacer presque entièrement lorsque l'atmosphère est froide et sèche : c'est ce que j'ai constaté définitivement le 24 janvier dernier, où le point de rosée s'est abaissé à — 3°,2; dans le voisinage des raies D, les raies telluriques avaient presque disparu; il est donc naturel de les attribuer, comme les raies voisines de D, à l'absorption causée

---

(1) M. Piazzi Smyth (*Madeira spectroscopic,* p. 14) était, de son côté, arrivé à soupçonner ce résultat : «.... Je puis peut-être mentionner que j'ai récemment (novembre 1881) découvert une configuration des lignes du spectre de l'oxygène à basse température toute différente de celles de l'azote, mais ayant un grand air de famille avec les séries de lignes qu'on trouve dans ce mystérieux groupe α (*a strong family resemblance to the bandelets of lines in this mysterious α band*). » (*Trans. R. Soc. Edinburgh,* 1880-1881.) Toutefois, dans le spectre de l'oxygène publié par l'auteur, il ne se trouve aucune raie coïncidant avec le groupe α.

(2) Les inverses des longueurs d'onde des lignes homologues dans les trois bandes A, B, α sont à fort peu près en progression arithmétique : on est ainsi amené à prévoir la position approximative d'autres bandes complétant une série plus étendue. Dans l'infra-rouge, la Carte publiée par M. W. de W. Abney (*Philosoph. Transactions of the Roy. Soc.,* 1880) montre en effet des groupes d'apparence très analogue; mais la définition des raies n'est pas assez parfaite pour qu'on puisse établir une concordance décisive.

Du côté du jaune, le calcul indique la possibilité d'une bande harmonique dans la position de la bande tellurique δ (Angström); cette bande subsiste en effet par les plus grands froids; mais le groupe est si complexe et les raies sont si faibles que je n'ai pu encore parvenir à les ramener au type ABα.

Digitized by Google

par la vapeur d'eau. Les principales d'entre elles sont indiquées sur la figure par des lignes qui ne sont prolongées ni vers le haut, ni vers le bas ($\lambda = 628,13$; $628,44$; $631,51$).

Pour terminer, je ferai remarquer que la comparaison de ces diverses espèces de raies entre elles pourra conduire, ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de l'exposer [1], à des résultats intéressant la Météorologie et l'Astronomie. Les raies du groupe α appartenant à l'atmosphère sèche auront l'avantage de présenter une échelle régulière d'intensité qui facilitera les mesures absolues.

En résumé, la présente étude du groupe α a conduit d'abord à une méthode pratique pour distinguer à la simple inspection les raies d'origine terrestre et celles d'origine solaire; elle a permis ensuite d'établir la relation intime de ce groupe avec les bandes A et B de Fraunhofer; ensuite elle a pour conséquence d'attribuer ce groupe à l'absorption par l'oxygène de l'air. Il reste encore, comme on le devine, bien des points à préciser pour achever l'étude de tous les groupes telluriques du spectre solaire : mais les instruments et les méthodes d'observation se perfectionnent et l'on peut espérer qu'un avenir prochain nous donnera la solution de ces problèmes, qui intéressent à un si haut point la Physique terrestre et astronomique.

OBSERVATIONS DE LA COMÈTE PONS-BROOKS ET DES PETITES PLANÈTES (115), (213), (230) ET (235),

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS (ÉQUATORIAL DE LA TOUR DE L'OUEST);

PAR M. G. BIGOURDAN.

Dates. 1884.		Étoiles de comp.	Grandeurs.	⊼ ☄—★	⊙ ☄—★
		☄ *Pons-Brooks.*		m s	° ′ ″
JANV. 24.....	*a*	Anonyme.	9	+0.36,39	+2.15,9
24.....	*b*	Id	8	−4.17,61	+4.10,7
25.....	*c*	48 Lal.	8,5	+1.28,52	+5.54,8
27.....	*d*	291 id.	7	+2.51,03	−5.19,9
FÉV. 1.....	*e*	348 A. OE_2.	8	−1.33,22	+1.32,3
		(115)			
FÉV. 17.....	*f*	1101 W_1 9^h	8	+3.25,94	+1.18,8
20.....	*f*	Id	8	+0. 5,43	+5.11,6

[1] *Journal de l'École Polytechnique*, LIIIe Cahier, p. 210.

Digitized by Google

Dates. 1884.		Étoiles de comp.	Grandeur.	Æ *◀—★	Ⓓ *◀—★
		(213)		m s	′ ″
JANV. 29.....	*g*	806-7 W_2 7^h	9	+0.30,14	—1.26,1
		(230)			
JANV. 24.....	*h*	956 W_1 8^h	8,5	—0.55,05	—4.41,6
FÉV. 2.....	*i*	810 »	6	—4.39,80	+1.50,3
3.....	*j*	635 »	8,5	+0.56,75	—4.30,2
17.....	*k*	342 »	8,5	—0.16,65	+2. 0,6
20.....	*l*	308 »	7,5	—0.59,71	—5.54,3
		(235)			
FÉV. 13.....	*m*	Anonyme.	12	+0.21,11	+0.23,7
15.....	*n*	Id	12	—0. 3,84	—0.33,0

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1884.		Æ moy. 1884,0. h m s	Réd. au j. s	Ⓓ moy. 1884,0. ° ′ ″	Réd. au j. ″	Autorités.
JANV. 24...	*a*	0. 2.19	—0,13	—17.45.31	— 4,6	(1)
24...	*b*	0. 7.19	—0,11	—17.49.24	— 4,9	(1)
25...	*c*	0. 5.40,14	—0,15	—19.14.45,0	— 5,2	Lal.
27...	*d*	0.12.24,40	—0,18	—21.46.58,2	— 6,1	(2)
FÉV. 1...	*e*	0.34.48,57	—0,25	—27.54.23,2	— 8,6	A.Œ$_2$.
17...	*f*	9.52.45,30	+2,22	+ 5.21.46,9	—16,4	Weisse$_1$ 9^h.
20...	*f*	»	+2,23	»	—16,7	»
JANV. 29...	*g*	7.29.13,64	+2,22	+20.53.50,6	—12,8	Weisse$_2$ 7^h.
24...	*h*	8.38. 6,54	+2,09	+ 3.28.49,6	—14,2	Weisse$_1$ 8^h.
FÉV. 2...	*i*	8.32.42,17	+2,16	+ 3.44.51,5	—15,5	»
3...	*j*	8.26. 8,20	+2,16	+ 3.54.27,2	—15,7	»
17...	*k*	8.15. 6,24	+2,14	+ 4.44.39,6	—16,5	»
20...	*l*	8.13.40,64	+2,13	+ 5. 6.21,6	—16,6	»
13...	*m*	3.14.17,53	+2,50	+18.38.32,6	— 9,1	(3)
15...	*n*	3.16.15,76	+2,52	+18.48.55,1	— 9,1	(4)
13...	*o*	3.13.10,74	»	+18.39.13,6	»	Weisse$_2$.
15...	*p*	3.13.57,15	»	+18.45.44,8	»	(5)

(1) Position approximative.

(2) 2 observations, Paris, 1855-1858.

(3) Rapportée à o = 245 Weisse$_2$ 3^h.

Æ : An — 245 W_2 = + $1^m 6^s$,79, Ⓓ : An — 245 W_2 = — 0′41″,0.

(4) Rapportée à *p* = 6149 Lalande :

Æ : An — 6149 Lal = + $2^m 18^s$,61, Ⓓ : An — 6149 Lal = + 3′10″,3.

(5) Une observation, Paris, 1879.

Digitized by Google

Positions apparentes des astres.

Dates. 1884.	T. m. Paris.	⅋ appar.	Log. f. p.	⑩ appar.	Log. f. p.	N. de comp.
			Pons-Brooks.			
	h m s	h m s		° ′ ″		
JANV. 24...	6.25.17	0. 2.55	$\bar{1}$,411	—17.43.20	0,886	24:18
24...	6.57.20	0. 3. 1	$\bar{1}$,476	—17.45.18	0,877	12:16
25...	6. 6.42	0. 7. 8,51	$\bar{1}$,366	—19. 8.55,4	0,895	8:8
27...	6. 0.38	0.15.15,25	$\bar{1}$,356	—21.41.44,4	0,902	18:24
FÉV. 1...	6. 3.43	0.33.15,10	$\bar{1}$,433	—27.52.59,5	0,881	9:12
			(115)			
FÉV. 17...	11.59.59	9.56.13,46	$\bar{2}$,064$_n$	+ 5.22.49,3	0,782	11:16
20...	11. 6.57	9.52.52,96	$\bar{2}$,880$_n$	+ 5.26.41,8	0,782	27:24
			(213)			
JANV. 29...	9.54.36	7.29.46,00	$\bar{1}$,046	+20.52.11,7	$\bar{1}$,623	3:6
			(230)			
JANV. 24...	12. 7. 1	8.37.13,58	$\bar{2}$,416$_n$	+ 3.23.53,8	0,798	28:18
FÉV. 2...	12.17.14	8.28. 4,53	$\bar{2}$,825	+ 3.46.26,3	0,795	21:12
3...	11.30.21	8.27. 7,11	$\bar{3}$,621$_n$	+ 3.49.41,3	0,794	30:24
17...	10.48.47	8.14.51,73	$\bar{2}$,596	+ 4.46.23,7	0,787	24:20
20...	9.51.55	8.12.43,06	$\bar{2}$,529$_n$	+ 5. 0.10,7	0,785	18:18
			(235)			
FÉV. 13...	7.55.51	3.14.41,14	$\bar{1}$,352	+18.38.47,2	0,674	12:8
15...	8. 4.11	3.16.14,44	$\bar{1}$,392	+18.48.13,0	0,679	12:6

Remarque. — Les planètes (115) et (230) sont de 10-11ᵉ grandeur. La planète (235) est très faible (13-14ᵉ) et difficile à observer.

OBSERVATIONS DE LA COMÈTE PONS-BROOKS,

FAITES A L'OBSERVATOIRE D'ALGER,

PAR MM. TRÉPIED ET RAMBAUD.

Dates.	Étoiles de comp.		Grandeurs.	⅋ *—✶	⑩ *—✶	Observ.
			JANVIER 1884.			
		°		m s	′ ″	
4....	*a* 4712 B. D.	+17	7,0	—1.16,78	+ 1.46,3	R.
5....	*b* 4627 B. D.	+15	9,2	—2.17,48	— 4.12,7	T.

Digitized by Google

Dates.		Étoiles de comp.	Grandeurs.	⅊	ⅅ	Observ.
				m s	′ ″	
7....	c	4844 B. D. +12°	9,2	—1.13,52	— 1.29,1	T.
15....	e	348 Weisse 23ʰ	9,0	—1.22,51	— 3.40,7	R.
15....		Id.	9,0	—0.54,99	—12. 2,9	T.
18....	f	573 Weisse₁ 23ʰ	9,0	+1.36,74	— 0.37,4	R.
19....	g	761 Weisse₁ 23ʰ	9,0	+0.40,62	+ 8. 8,0	T.
20....	h	923 Weisse₁ 23ʰ	9,0	—2.33,09	— 2.58,0	T.
21....	i	990 Weisse₁ 23ʰ	8,0	—0.46,46	— 0.48,0	T.
25....	j	Bonn, t. II, Z. 319, n° 5	8,9	+0.50,67	— 2.57,5	R.
26....	k	Bonn, t. II, Z. 319, n° 14	8,0	—3.38,77	+ 0.29,3	R.
26....	k	Id.	8,0	—3.31,60	— 1.34,4	T.
29....	l	Bonn, t. II, Z. 270, n° 57	6,0	—1.40,96	— 0. 5,5	R.
29....	l	Id.	6,0	—1.36,43	— 1.26,8	T.
30....	m	Bonn, t. II, Z. 315, n° 56	8,9	+3. 8,79	— 5.39,8	T.
31....	n	Bonn, t. II, Z. 315, n° 63	7,8	+0.44,27	— 2. 4,1	T.
31....	n	Id.	7,8	+0.46,06	— 2.55,3	R.

Février 1884.

4....	p	Bonn, t. II, Z. 314, n° 53	8,0	+1.46,22	—10.36,8	T.

Positions des étoiles de comparaison.

Dates.	Étoiles de comp.	⅊ moy. pour 1884,0.	Réd. au j.	ⅅ moy. pour 1884,0.	Réd. au j.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Janvier 1884.						
4...	a	22. 7.36,64	—0,22	+17.42.32,8	+10,2	Lal. 43355.
5...	b	22.15.45,26	—0,19	+16. 0.41,6	+ 9,6	B. D.
7...	c	22.28.50,64	—0,16	+12.14.59,9	+ 8,1	W₁ 22ʰ, n° 572.
15...	e	23.18.57,40	—0,08	— 2.39.20,3	+ 1,7	Id. 23ʰ, n° 348.
18...	f	23.29.33,48	—0,10	— 8. 6.25,9	— 0,4	Id. 23ʰ, n° 573.
19...	g	23.38.45,95	—0,09	— 9.59.38,6	— 1,4	Id. 23ʰ, n° 761.
20...	h	23.46.56,94	—0,08	—11.27.46,2	— 2,1	Id. 23ʰ, n° 923.
21...	i	23.50. 3,43	—0,10	—13. 7.54,7	— 2,8	Id. 23ʰ, n° 990.
25...	j	0. 6.30,73	—0,15	—19.10.44,8	— 5,1	Bonn, t. II.
26...	k	0.14.59,88	—0,14	—20.34.20,8	— 6,0	Bonn, t. II.
29...	l	0.24.35,34	—0,19	—24.25.47,3	— 7,4	Bonn, t. II.
30...	m	0.23.26,79	—0,24	—25.34. 2,2	— 7,5	Bonn, t. II.
31...	n	0.29.16,99	—0,24	—26.45.55,8	— 8,1	Bonn, t. II.
Février 1884.						
4...	p	0.40.58,42	—0,33	—30.49.25,8	— 9,4	Bonn, t. II.

Digitized by Google

Positions apparentes de la comète.

Dates.	T. m. d'Alger.	⚹ app.	Log. f. p.	☾ appar.	Log. f. p.	N. de comp.
		JANVIER 1884.				
	h m s	h m s		° ′ ″		
4...	6.29.12	22. 6.19,64	$\bar{1}$,580	+17.44.29,3	0,559	10:10
5...	7. 0.11	22.13.27,59	$\bar{1}$,613	+15.56.38,5	0,718	8:6
7...	8.13.44	22.27.36,96	$\bar{1}$,666	+12.13.38,9	0,674	4:4
13...	6.37.12	23.17.34,81	$\bar{1}$,522	— 2.42.59,3	0,741	12:8
15...	8.29.28	23.18. 2,33	$\bar{1}$,656	— 2.51.21,5	0,730	6:6
18...	6.46.33	23.34.10,12	$\bar{1}$,535	— 8. 7. 3,7	0,773	16:16
19...	7. 8.15	23.39.26,48	$\bar{1}$,571	— 9.51.32,0	0,777	19:18
20...	6.49.30	23.44.23,77	$\bar{1}$,539	—11.30.46,4	0,790	12:12
21...	6.50.47	23.49.16,87	$\bar{1}$,543	—13. 8.45,5	0,796	20:20
25...	7.33. 4	0. 7.21,25	$\bar{1}$,619	—19.13.47,4	0,799	12:12
26...	6.39.36	0.11.20,97	$\bar{1}$,534	—20.33.57,5	0,831	12:12
26...	7.17.16	0.11.28,14	$\bar{1}$,568	—20.36. 1,2	0,823	8:8
29...	6.20.22	0.22.54,19	$\bar{1}$,504	—24.26. 0,2	0,853	8:8
29...	6.45.48	0.22.58,72	$\bar{1}$,595	—24.27.21,5	0,828	18:20
30...	7. 8.54	0.26.35,34	$\bar{1}$,615	—25.39.49,5	0,824	8:8
31...	6.46.41	0.30. 1,02	$\bar{1}$,571	—26.48. 8,0	0,845	20:20
31...	7. 3.54	0.30. 2,81	$\bar{1}$,602	—26.48.59,2	0,834	12:12
		FÉVRIER 1884.				
4...	6.45.42	0.42.44,31	$\bar{1}$,518	—31. 0.12,0	0,871	14:16

Remarquable variation dans la tête de la comète, observée le 19 *janvier.* — Le 19 janvier, la tête de la comète a totalement changé d'aspect. Elle est formée de trois zones : la zone intérieure, la plus brillante, est à peu près circulaire et remarquable par son aspect laiteux; elle se détache fortement sur la zone contiguë, d'une nuance grisâtre, et, après cette deuxième zone, vient la nébulosité ordinaire limitée dans la région Sud-Ouest par un arc de parabole.

Le noyau a subi un allongement considérable; il est formé de deux parties distinctes, d'éclat très différent, reliées entre elles par un étranglement très marqué occupant à peu près le centre de la zone intérieure. La partie australe du noyau, de beaucoup la plus brillante, se termine par un arc d'ellipse très net, tangent à la circonférence de la zone; la partie boréale, au contraire, est coupée brusquement à l'extrémité du diamètre dont la direction coïncide

Digitized by Google

avec celle de l'axe du noyau. Cette direction est presque exactement celle de l'axe de la queue.

Angle de position de l'axe du noyau allongé	66°,5
Diamètre de la zone circulaire.....	36",2

Le lendemain, le noyau de la comète et la nébulosité qui l'entoure avaient repris leur aspect accoutumé.

Les comparaisons du 19 janvier se rapportent au point de jonction des deux parties du noyau allongé, c'est-à-dire à fort peu près au centre de la région circulaire dont il est question plus haut.

Le 28 janvier, on distingue très nettement les bandes du carbone dans la direction de la queue, à une distance du noyau égale au diamètre de la chevelure. On en soupçonne encore la présence à deux ou trois fois cette distance du noyau.

OBSERVATIONS

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS (ÉQUATORIAL DE $0^m,38$; TOUR DE L'EST),

PAR MM. HENRY.

Deuxième satellite de Mars (Deimos).

1884.	Heure de l'obs.	Distance.	Angle de pos.	N. de comp.
	h m s	"	°	
FÉVRIER 7.....	10.39.43	49,54		20
7.....	11.28.45		265,5	6
12.....	11. 1.59	46,01		10
12.....	11.17.41		262,2	6

Troisième satellite d'Uranus (Titania).

FÉVRIER 23.....	11.29. 4	33,30		10
23.....	11.40.28		19,2	6

Quatrième satellite d'Uranus (Obéron).

FÉVRIER 15.....	11.23.56	25,05		20
15.....	11.37.11		27,2	6
20.....	11.18.58	45,70		20
20.....	11.35.30		197,2	6
25.....	11.52.14	35,50		10
25.....	12. 5.21		6,1	6
27.....	12. 3.54	44,64		20
27.....	12.23.10		18,6	4

Digitized by Google

1884.	Heure de l'obs.	Distance.	Angle de pos.	N. de comp.
	Satellite de Neptune.			
	h m s	"		
FÉVRIER 7.....	7.34.23	17,14		20
7.....	7.46.10		43,2	6
11.....	7.26.34	9,48		20
11.....	7.44.23		182,0	6
12.....	7. 9.45	11,06		20
12.....	7.23.12		71,7	6
13.....	7.45.34	16,69		20
13.....	7.56.54		41,1	6
15.....	7.18.34	11,74		20
15.....	7.29.56		248,3	6
20.....	8. 6.38	8,85		20
20.....	8.22.13		341,9	4
25.....	9.50.33	14,08		20
25.....	9.47.30		32,7	6
27.....	8.30. 6	14,39		20
27.....	7.41.28		237,2	6

ÉPHÉMÉRIDE DE (6) HÉBÉ

(9ᵉ,4 GRANDEUR);

PAR M. ROBERT LUTHER, A DÜSSELDORF.

(L'éphéméride est calculée pour 12ʰ, temps moyen de Berlin.)

Dates. 1884.		AR h m s	D ° ′ ″	log Δ.	T. d'aberr m s
MARS.	21....	13.16.26,79	+10.38.52,9	0,292248	16.15
	22....	15.40,75	48. 9,9	291690	14
	23....	14.53,96	57.22,0	291194	13
	24....	14. 6,47	+11. 6.28,5	290759	12
	25....	13.18,34	15.28,9	290387	11
	26....	12.29,61	24.22,8	290078	11
	27....	11.40,34	33. 9,6	289833	10
	28....	10.50,58	41.48,8	289651	10
	29....	10. 0,39	50.20,0	289533	9
☍ en long.	30....	9. 9,83	58.42,7	289478	9
	31....	13. 8.18,96	+12. 6.56,4	289487	16. 9
AVRIL.	1....	13. 7.27,82	+12.15. 0,8	0,289560	16. 9
	2....	6.36,49	22.55,4	289696	10
	3....	5.45,00	30.39,8	289894	10
	4....	4.53,43	38.13,7	290155	11
	5....	4. 1,82	45.36,7	290478	11
☍ asc. dr.	6....	3.10,23	52.48,5	290863	12
	7....	2.18,71	59.48,8	291308	13

Digitized by Google

Dates. 1884	☊. h m s	⊙. ° ′ ″	log Δ.	T. d'aberr. m s
Avril 8....	13. 1.27,31	+13. 6.37,2	0,291814	16.14
9....	0.36,08	13.13,5	292379	16
10....	12.59.45,09	19.37,4	293004	17
11....	58.54,37	25.48,6	293687	19
12....	58. 3,98	31.47,0	294428	20
13....	57.13,98	37.32,2	295225	22
14....	56.24,40	43. 4,1	296079	24
15....	55.35,30	48.22,6	296988	26
16....	54.46,73	53.27,3	297951	28
17....	53.58,74	58.18,2	298968	31
18....	53.11,36	+14. 2.55,1	300037	33
19....	52.24,66	7.18,0	301157	36
20....	51.38,66	11.26,6	302327	38
21....	50.53,43	15.21,0	303546	41
22....	50. 8,99	19. 0,9	304814	44
23....	49.25,40	22.26,4	306129	47
24....	48.42,68	25.37,4	307490	50
25....	12.48. 0,89	+14.28.33,8	0,308895	16.53

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

MONTHLY NOTICES (1).

N° 2; décembre 1883.

Stone (*E.-J.*). — Sur le changement de l'unité de temps.

Suite des recherches du même auteur sur le changement de l'unité de temps.

M. Stone résume ses objections à la théorie en usage et ses propres idées. Les difficultés naissent de ce que, simultanément, on veut obtenir une approximation pour le moyen mouvement du Soleil dans le véritable jour moyen et se servir de ce véritable jour moyen comme unité de temps.

L'équation $\omega T - nT = 2\pi$, dans laquelle ωT représente le mouvement du point équinoxial par rapport au méridien et nT le mouvement moyen du Soleil en longitude, a été traitée théoriquement comme si le facteur T, l'unité de temps adoptée, n'existait pas et comme si l'équation véritable était $\omega - n = 2\pi$. Si l'on admet qu'après une approximation

(1) Voir *Bulletin*, I, p. 30.

Digitized by Google

de n l'angle horaire du Soleil n'est pas changé et que la même unité de temps est toujours conservée, il en résulte $\delta\omega - \delta n = 0$, ce qui conduirait à mettre le méridien de l'observateur en dehors de sa vraie position, solution qui ne peut être regardée comme répondant aux circonstances physiques du problème. En général, l'équation qui fait connaître le changement de l'unité adoptée est

$$\frac{\delta T}{T} = \frac{\delta(\omega - n)}{\omega - n};$$

on devra comparer les deux théories de Bessel et de Le Verrier et en déduire $\delta(\omega - n)$. M. Stone, dans sa théorie, introduit la nouvelle condition

$$\frac{\delta\omega}{\omega} = \frac{\delta n}{n},$$

et remarque qu'on satisfait alors à l'équation ci-dessus en posant

$$-\frac{\delta T}{T} = \frac{\delta n}{n} = \frac{\delta\omega}{\omega}.$$

Alors aussi l'angle horaire du Soleil, la longitude moyenne du Soleil et la direction du méridien dans l'espace ne sont pas changés avec l'adoption de la nouvelle valeur de n, et cette solution paraît à M. Stone la seule qui puisse être comparée avec les faits.

La condition introduite $\frac{\delta\omega}{\omega} = \frac{\delta n}{n}$ signifie que le rapport $\frac{n}{\omega}$ ne doit pas changer quand on passe de la théorie de Bessel à celle de Le Verrier; il en est ainsi lorsqu'on suppose que n et ω sont *deux quantités données mesurées* successivement avec deux unités différentes. En réalité, on demande aux observations des valeurs de plus en plus précises de n *comparé* à ω, en admettant que la vitesse de rotation de la Terre reste la même à toutes les époques, et le rapport $\frac{n}{\omega}$ doit varier un peu; il semble que la théorie de M. Stone aurait pour effet d'introduire dans ω une variation correspondant à celle de n.

Stone (*E.-J.*). — Sur la valeur des observations du Soleil à Greenwich, comme résultats moyens.

M. Dunkin, dans les *Monthly Notices* de novembre, a expliqué l'accroissement apparent des erreurs tabulaires de l'ascension droite du Soleil par l'intervention d'observateurs ayant des équations personnelles très marquées : il ne paraît pas à M. Stone que tout soit dit sur ce difficile sujet.

L'usage à Greenwich est de s'en rapporter aux résultats moyens en n'appliquant pas d'autre correction que celle de l'équation personnelle or-

Digitized by Google

dinaire. Il en résulte que les résultats correspondent à l'équation moyenne de l'ensemble des observateurs; M. Stone estime que ces résultats moyens sont très précis. Pour juger des erreurs tabulaires, il faut aussi faire entrer en ligne de compte les positions des étoiles horaires. Or le système adopté à Greenwich a été de discuter toutes les observations solaires de chaque année et de rapporter les étoiles horaires au véritable équinoxe moyen de l'année. La correction pour l'époque, ou la constante qu'il faut ajouter aux étoiles horaires, dépend nécessairement de l'équation moyenne des observateurs. De temps en temps, les observations des étoiles sont rassemblées et réduites à quelque époque commune, et corrigées de la moyenne des corrections déduites chaque année des observations du Soleil. Si les observations du Soleil, incorporées ainsi dans le travail, étaient défectueuses, les positions des étoiles s'en ressentiraient.

Depuis 1860, Greenwich a formé trois Catalogues :

Catalogue.	Embrassant les observ. de	Ayant servi à réduire les observ. de
1860	1854-1860	1864-1869
1864	1860-1867	1870-1877
Nine Years	1868-1876	1878-1881

M. Stone se fonde sur ce que les corrections pour l'époque sont presque égales avec les observations de 1864 à 1869 et de 1878 à 1881 et croit pouvoir en conclure la constance de l'équation moyenne des observateurs. L'accroissement des erreurs tabulaires demeure ainsi pour lui un fait établi, que d'autres remarques semblent d'ailleurs confirmer.

Peut-être les positions du *Nine Years Catalogue* sont-elles un peu affectées par l'équation moyenne des observateurs de 1868 à 1876, et il serait convenable d'en tenir compte dans l'évaluation des erreurs tabulaires de 1878 à 1881. Pour un observateur dont l'équation personnelle sensible introduirait une erreur systématique dans la détermination de l'équinoxe, et qui accumulerait les observations, en adoptant successivement pour les réductions les positions des étoiles rapportées aux équinoxes conclus chaque année par lui, les erreurs tabulaires des Tables du Soleil présenteraient l'apparence d'une déviation systématique.

Tennant (*J.-F.*). — Sur le changement dans l'unité de temps adoptée.

L'auteur indique en peu de mots, mais sans donner de chiffres, les conséquences de l'adoption des nombres de Le Verrier à la place de ceux de Bessel dans la théorie du Soleil; l'unité de temps est nécessairement un peu changée : il convient d'en tenir compte pour traiter les anciennes observations.

Digitized by Google

Adams (*J.-C.*). — Remarques sur l'explication par M. Stone des erreurs croissantes des Tables lunaires de Hansen, à l'aide d'un changement supposé dans l'unité de temps solaire moyen.

M. Adams n'admet pas que le jour solaire moyen ait changé par suite de l'adoption, en 1864, des Tables solaires de Le Verrier pour le calcul du temps sidéral à midi moyen, donné dans le *Nautical Almanac*, ce qui introduirait annuellement, suivant M. Stone, $1^s,46$ d'erreur dans notre manière de calculer le temps.

M. Adams rappelle les définitions bien connues du Soleil moyen et de l'équation du temps. En observant le passage du Soleil au méridien et appliquant l'équation du temps, on trouve le temps moyen sans avoir à craindre l'accumulation des erreurs.

Souvent on préfère observer des étoiles pour avoir le temps moyen, ce qui exige qu'on fasse usage du temps sidéral à midi moyen, lequel dépend de la longitude du Soleil moyen, d'autant mieux connue que les Tables solaires sont plus précises. On peut, du reste, contrôler le résultat chaque jour par l'observation effective du Soleil.

Une petite Table montre la comparaison du temps sidéral à midi moyen, tel qu'il est donné dans le *Nautical Almanac* d'après les Tables de Le Verrier, et du temps sidéral calculé en employant l'ancienne formule de Bessel; l'écart de $0^s,56$, en 1864, ne varie que de $0^s,02$ en cinq ans.

M. Adams voit l'explication de la grosse différence dans ce fait que M. Stone mesure le temps par le moyen mouvement du Soleil en *longitude*, au lieu de le mesurer par le mouvement du Soleil moyen en *angle horaire*.

Cayley (*A.*). — Sur le changement de l'unité de temps impliqué par la substitution de l'expression de Hansen à la place de l'expression de Bessel pour la longitude du Soleil moyen.

Avec les formules de Bessel et de Hansen, M. Cayley trouve les expressions de la rotation de la Terre en t années juliennes suivant Bessel et en t' années juliennes suivant Hansen. Le Soleil moyen de Bessel, continue-t-il, n'est pas le Soleil moyen de Hansen, et une année julienne de Bessel n'est pas égale à une année julienne de Hansen. Pour avoir le rapport des deux années juliennes (si l'on veut le rapport des deux unités de temps), M. Stone compare les mouvements en longitude Lt et $L't'$ des deux Soleils moyens; mais cela suppose que les deux Soleils moyens sont identiques, *ce qui, comme on l'a déjà observé, n'est pas le cas.*

C'est en comparant les expressions pour la durée de la rotation de la Terre, supposée invariable, que M. Cayley trouve le rapport des unités de temps. Son résultat concorde avec celui de M. Adams.

Digitized by Google

Morrison (*J.*). — L'orbite de la grande comète *b* 1882.

Depuis la découverte de cette comète remarquable, en septembre 1882, on a fait de nombreux efforts pour déterminer les éléments de son orbite. Le changement de forme du noyau, qui de circulaire devint ovale vers le milieu d'octobre et se déforma ensuite en offrant plusieurs centres de condensation, a empêché qu'on pût avoir des observations comparables et par suite des éléments satisfaisants, bien que l'anomalie vraie de la comète ait varié dans l'intervalle des observations, de septembre 8 à 1883 mai 26, d'environ 340°.

Les éléments calculés par M. Morrison d'après les formules du *Theoria Motus* sont fondés sur trois positions méridiennes; l'auteur a soin d'ajouter que la déformation du noyau n'était pas encore bien avancée. Il convient peut-être de ne pas accorder trop de confiance aux observations méridiennes faites avec des grossissements trop faibles pour bien discerner les détails du noyau. L'accord entre les éléments calculés et ceux qui ont été publiés antérieurement par le professeur Frisby et le Dr Kreutz est satisfaisant; mais pour le temps de révolution on a respectivement 712, 794 et 843 années.

La comète est peut-être identique à celle qui parut l'an 370 avant J.-C.; la période serait de 751 ans; la même comète paraît aussi notée dans les *Annales chinoises* en 1131 ou 1132.

La représentation des observations est très satisfaisante jusque vers le milieu de novembre; il y a ensuite des écarts très sensibles pour les observations de décembre à mai :

	Observ.-Calcul	
N° des observ.	$d\lambda \cos\beta$.	$d\beta$.
11	+13,41	+ 6,45
12	—61,20	+37,52
13	—45,68	+ 3,82
14	—52,12	—27,24
15	—64,07	—31,20
16	—54,12	—20,74

Il semble qu'il y aurait intérêt à examiner encore les observations de cette comète qui a passé très près du Soleil; on pourrait avoir des indications sur la résistance de l'atmosphère solaire.

Observations de la comète de Pons, faites à l'Observatoire Naval des États-Unis avec l'équatorial de 9 pouces.

Ces observations, au nombre de 59, ont été faites par MM. Sampson et Frisby; elles sont réduites et comparées à l'éphéméride. Curieuses variations de grandeur.

Digitized by Google

Observations de la comète *b* 1883 (Pons-Brooks), faites à l'Observatoire royal de Greenwich par MM. Downing, Tackeray et Hollis.

Sur le spectre de la comète *b* 1883 (Pons-Brooks), observé à l'Observatoire royal de Greenwich par M. Maunder.

Denning (*W.-F.*). — Durée de la rotation de Jupiter.

Détails fort intéressants sur la tache rouge, la tache blanche et les autres accidents de la surface de Jupiter. Il résulte des observations de M. Denning et de celles du professeur Hough (*Report of Dearborn Observatory*) 1882, que les durées de rotation conclues des deux taches tendent à augmenter; elles sont d'ailleurs différentes, $9^h 55^m 36^s$ pour la première et $9^h 50^m 9^s$ pour l'autre. D'autres taches fournissent des nombres encore plus distants. La durée de la rotation est certainement plus courte encore, et il paraît difficile de l'obtenir avec précision.

Tennant (*J.-F.*). — L'humidité et son influence sur la marche des chronomètres.

Marth (*A.*). — Éphémérides des satellites d'Uranus.

THE OBSERVATORY [1].

Tome VII; 1884.

Février.

Séance de la Société Royale du 11 janvier.

Les détails de la surface de Saturne indiqués par M. Ranyard, dans la dernière séance, font le sujet d'une Note de M. Pratt. Il s'ensuit une discussion intéressante. Les observations de M. Pratt correspondraient au dessin bien connu de Saturne par M. Trouvelot, tandis que la bande ou ceinture étroite de M. Ranyard, notée aussi par MM. Denning et Ward, aurait une figure plus caractérisée; elle se trouverait à une latitude d'environ 15°. M. Green dessine au tableau la figure de Saturne : l'anneau cache en ce moment la partie nord du globe de Saturne; au sud de l'anneau sombre se trouve une bande assez brillante, puis une large bande sombre, peut-être celle de M. Pratt; vient ensuite le délicat détail que M. Ranyard a décrit, puis une autre bande et enfin la calotte mal définie autour du pôle.

---

[1] Voir *Bulletin*, I, p. 35.

Digitized by Google

M. Green ajoute qu'il a observé une petite dentelure à l'endroit où l'ombre du globe rencontre la division de Cassini; il a aussi remarqué que la division de l'anneau extérieur n'existait plus avec une bonne définition.

Cependant, en 1858, M. de la Rue a vu distinctement cette division, et Struve l'a mesurée.

M. Ranyard a reçu la nouvelle que MM. Young et Harkness, avec la lunette de 26 pouces de Washington, ont vu le corps de la planète à travers la division de Cassini: c'est la première fois qu'on fait cette observation.

M. Knobel, l'un des secrétaires, lit des extraits d'une importante Communication de M. D. Gill : *Détermination héliométrique des parallaxes des étoiles*. M. Gill a mesuré les distances de chaque étoile à des étoiles voisines et situées de part et d'autre. Avec l'héliomètre du Cap, de 4 pouces, M. Gill obtient des parallaxes avec une erreur probable de 0",01 suivant lui. Il y a une grande importance, pour l'Astronomie stellaire, à déterminer les parallaxes des étoiles des différentes grandeurs et à étudier le rapport qu'il peut y avoir entre les parallaxes des étoiles et leurs mouvements propres. Avec seize mesures, en écartant les erreurs systématiques, on a la parallaxe avec 0",02 d'erreur probable, et avec un instrument plus puissant, qui permettrait de varier les étoiles de comparaison, les résultats seraient presque exempts d'erreurs systématiques; il faudrait avoir un héliomètre d'au moins 7 pouces: les résultats qu'on obtiendrait auraient le plus grand intérêt.

Il résulte des nombres indiqués que des distances d'étoiles allant jusqu'à 6000" sont obtenues à 0",1. C'est une précision qu'on ne pouvait espérer.

M. Gill doit assister à la prochaine réunion de février.

M. Hilger indique un nouveau procédé pour rendre brillants les fils d'un micromètre. Il emploie un tube de Geissler, de forme circulaire, placé entre le réticule et l'oculaire.

L'Astronome royal communique les résultats des mesures spectroscopiques effectuées sur les étoiles pour évaluer leur mouvement suivant le rayon visuel. Ces mesures difficiles ne conduisent pas toujours à des résultats bien concordants. On a remarqué que Sirius se rapprochait de nous maintenant, au lieu de s'éloigner à raison d'une trentaine de kilomètres par seconde, comme dans les dernières années.

M. Downing parle de l'intérêt qu'il y aurait à constater avec le spectroscope le mouvement des étoiles doubles dont l'orbite est peu inclinée sur la ligne de visée; α Centaure serait placée dans de bonnes conditions.

Le reste de la séance est occupé par des Communications relatives aux couchers de Soleil des derniers mois. M. Green mentionne l'apparence

Digitized by Google

d'un arc de lumière très élevé dans le ciel et persistant bien après le coucher du Soleil. Cet arc rappelle celui qu'a vu, dans les régions polaires, l'amiral Sir Erasmus Ommaney. M. Ranyard dit que ces arcs de lumière peuvent être attribués à des cristaux de glace dans les régions élevées de l'atmosphère, que le spectroscope indique une quantité anormale de vapeur d'eau en même temps qu'une forte proportion d'air sec. C'est ce que confirme M. Rand Capron; il y aurait près de terre une couche d'air humide et beaucoup plus haut une couche d'air sec.

MM. Chambers, Matthieu Williams et le capitaine Noble mentionnent des particularités intéressantes.

Réunion de la Société astronomique de Liverpool.

Le Président lit un travail *Sur une nouvelle théorie des étoiles variables et une application possible au cas de* 37 *Pégase*. 37 Pégase fait partie d'un couple assez serré qui parfois n'a pas été dédoublé. M. Espin explique les variations de grandeur de cette étoile par la distance variable des composantes. M. Denning communique une Note *Sur les météores du* 20 *février*. A cette date, en 1877, M. Denning a observé deux essaims de météores venant des points

$$\text{ⲟ} = 181^\circ, \quad \text{ⲟ} = 34^\circ\,\text{N}; \quad \text{ⲟ} = 263^\circ, \quad \text{ⲟ} = 36^\circ\,\text{N}.$$

Les météores étaient assez brillants et avaient une marche rapide; l'attention des observateurs est appelée sur ces essaims. Il paraît du reste que le premier a été déjà plusieurs fois noté.

Sawyer (*E.-F.*). — Les essaims des comètes de Biela et de Pons en 1883.

On n'a aperçu aucun météore se rapportant à la première comète. Deux météores ont été notés dans le cas de la comète Pons. M. O.-C. Wendell, d'Harvard College, a dû faire des observations plus nombreuses.

Denning (*W.-F.*). — La durée de la rotation de Mercure et des autres planètes du système solaire.

Certains détails que l'auteur a vus sur la surface de Mercure, en 1882, lui font penser que la durée de rotation de cette planète est d'environ vingt-cinq heures. L'aspect du disque rappelait beaucoup celui de Mars. On peut admettre que les taches sombres sont permanentes, tandis que les taches blanches sont soumises à des variations rapides. Les durées de rotation des planètes paraissent diminuer à mesure que les planètes sont plus grosses, mais la démonstration expérimentale de cette loi est presque impossible : on ne peut compter sur les nombres donnés pour les durées

Digitized by Google

de rotation dans le cas de Jupiter et de Saturne, les taches n'étant pas permanentes; pour Vénus, Cassini, Schröter, de Vico et d'autres ont dû s'en rapporter à des détails presque insaisissables. Il convient de s'en prendre maintenant à Uranus. En mai et juin 1883, M. Young, avec l'équatorial de 23 pouces de Princeton, a trouvé deux faibles bandes toujours visibles de chaque côté de l'équateur; M. Schiaparelli avait noté de son côté des taches et des différences de couleur avec sa lunette de 8 pouces de Merz; M. Denning a fait des observations analogues avec un télescope de 10 pouces.

Correspondance et Notes :

Adams (*J.-C.*). — Sur la définition du temps solaire moyen.

La lettre de M. Adams est un résumé de l'article des *Monthly Notices* analysé dans le *Bulletin,* t. I, p. 30.

Lynn (*W.-T.*). — La nouvelle étoile de l'année 389.

Clapham (*T.-R.*). — Apparence observée autour du Soleil.

Observation d'un halo rosé autour du Soleil.

Hopkins (*B.-J.*). — Une lune verte.

Le 6 janvier, après avoir regardé les feux du couchant, M. Hopkins porte ses yeux sur la Lune et la voit verte; l'impression est passagère, mais peut être renouvelée en portant de nouveau les yeux du couchant à la Lune. Le phénomène est purement subjectif et se rapporte à une expérience d'optique bien connue.

Le spectre de la comète 1883, *b* (Pons-Brooks). (*Comptes rendus,* t. XCVII, n°s 24 et 27, et t. XCVIII, n° 1.)

Le passage de la comète 1883, *b* (Pons-Brooks) *sur une étoile.*

Un observateur de Jacksonville, Floride, a observé l'occultation de l'étoile 3980 Arg. Z + 32°, grandeur 6,0, par la comète *b*; pendant le passage, qui a duré 3^{m} 40^{s} environ, l'étoile a perdu une demi-grandeur.

Les Tables de Clark pour le passage du Soleil et de certaines étoiles.

Ces Tables, calculées d'après le *Nautical Almanac,* s'adressent aux amateurs qui possèdent un instrument des passages. Les efforts de Clark pour populariser l'observation des passages ont été couronnés de succès.

Renversement inusité des lignes au sommet d'une protubérance solaire. (*Science,* t. II, n° 40.)

Denning (*W.-F.*). — Éphémérides des taches de Jupiter.

Frisby (*E.*). — Éléments de la planète (235), Carolina.

Marth (*A.*). — Éphémérides des satellites de Saturne.

Digitized by Google

THE ASTRONOMICAL REGISTER (1); Londres, in-8°.

Tome XXII; 1884.

FÉVRIER.

Denning (*W.-F.*). — La fréquence relative, en novembre, des météores venant de Persée et du Lion; nombre moyen de météores par nuit.

Heis et Schmidt se sont accordés à voir dans Persée la principale source des étoiles filantes non seulement en août, mais pendant toute l'année. M. Denning a recherché s'il en était toujours ainsi. En 1876-1877, 1879, il trouva que le Taureau fournissait encore plus d'étoiles filantes que Persée. Mais, suivant M. Denning, il faut se garder d'émettre des conclusions trop absolues; les observations ne sont pas faites d'une manière continue, et il y a un peu d'arbitraire pour rapporter les points radiants à telle ou telle constellation.

Quant au nombre moyen des météores, il est plus considérable après minuit que dans la première partie de la nuit. Olbers, Quetelet, Coulvier-Gravier, Schmidt donnent en moyenne cinq ou six étoiles filantes par heure. Le Col. Tupman, qui observait le matin, indique une moyenne de 19. M. Denning trouve 9,4 avant minuit et 15,7 après.

Denning (*W.-F.*). — Les météores de janvier 2.

Observation d'un brillant météore appartenant à un nouvel essaim près de β Balance, environ 227° et — 5°.

THE SIDEREAL MESSENGER (2).

Tome II; 1884.

JANVIER.

L'Éditeur. — Les couchers de Soleil rouges.

Après avoir mentionné quelques extraits de journaux, l'éditeur cite des observations intéressantes du professeur William R. Brooks et de M. Barnard.

Le 28 novembre, en balayant le ciel à l'arrivée de la nuit, j'avais plaisir, dit M. Brooks, à observer une merveilleuse pluie de météores télesco-

(1) L'*Astronomical Register* donne, comme l'*Observatory*, le compte rendu des séances de la *Société Royale astronomique*; il contient aussi des articles originaux qui feront surtout l'objet des analyses.

(2) Voir *Bulletin*, I, p. 37

Digitized by Google

piques, à 10° au-dessus de l'horizon et près du couchant. On rencontre bien pendant la nuit des météores télescopiques, mais la pluie dont il s'agit est sans précédent. Observation, le 15 décembre, du même phénomène par M. Barnard : le champ de la lunette était traversé par de petits corps brillants, à raison de cinq ou six par minute; parfois brillait un corps plus gros, semblable à une étoile de première grandeur; ils disparaissaient ensuite près du Soleil. M. Barnard pense que ce sont de petites particules voyageant avec les courants aériens des régions supérieures.

Harrington (*W.*). — Les instruments de l'astronome.

Conclusion d'un intéressant article où l'auteur montre que les progrès de l'Astronomie et des instruments ont toujours été liés étroitement.

L'Éditeur. — La comète *b* 1881.

Détails sur la division du noyau de la comète *b* d'après les observations de MM. Stone et Wilson, de Cincinnati. Huit dessins permettent de se faire une idée des rapides changements survenus entre le 23 juin et le 7 juillet.

Hastings (*C.-S.*). — La théorie habituelle de la couronne solaire.

Le Soleil est environné d'une atmosphère gazeuse incandescente, composée d'hydrogène et de la matière qui correspond à la ligne 1474 K et s'étend au moins à un million de kilomètres au-dessus de la photosphère, peut-être deux fois plus loin suivant Stone. Il y a en suspension dans cette atmosphère une grande quantité de matière solide ou liquide, laquelle est à une température assez élevée pour devenir lumineuse et donne lieu au spectre continu sans lignes sombres.

A côté de ces éléments renfermés dans l'enveloppe, il y a une matière qui réfléchit et diffuse la lumière, comme il arrive dans notre atmosphère. C'est à cette matière qu'on attribue la polarisation partielle de la couronne. Les courants et les crevasses de la couronne indiquent une matière soumise à une répulsion de la part du Soleil, due peut-être à des forces électriques. Telles sont les conjectures proposées pour l'explication nécessairement imparfaite encore des phénomènes. M. Hastings n'a pas de peine à montrer qu'il y a bien des difficultés à lever. Le spectre semble montrer en premier lieu que la pression gazeuse est fort petite à la limite de la chromosphère, de sorte que l'atmosphère de la couronne exercerait une faible pression, et cependant on sait que la pesanteur est vingt-sept fois plus grande à la surface du Soleil qu'à la surface de la Terre. Le mouvement des comètes qui rasent la surface du Soleil donne lieu à de plus grandes difficultés ; les étoiles filantes montrent que l'atmosphère terrestre s'étend bien au delà de la limite déduite des phénomènes optiques : l'analogie voudrait donc que la couronne jouât le rôle d'un milieu résistant bien au

Digitized by Google

delà de la limite sensible, et cependant la grande comète de 1882 qui a traversé l'atmosphère coronale ne paraît pas avoir été retardée dans sa marche. L'examen spectroscopique de la couronne paraît montrer que la vapeur qui correspond à la ligne 1474 K est beaucoup moins dense que l'hydrogène, et d'un autre côté on constate la même ligne dans le spectre de la chromosphère; en même temps, les variations observées dans l'intensité de la ligne 1474 K sont inexplicables. La matière qui produirait la lumière blanche semble difficile à admettre dans une atmosphère si raréfiée. La supposition d'une grande quantité de matières météoriques tombant sur le Soleil soulève plusieurs objections. Enfin les phénomènes de polarisation, quand on y regarde de près, paraissent inconciliables avec l'hypothèse d'une atmosphère.

Dans un autre ordre d'idées, les photographies donnent à la couronne une apparence *plane*, comme si les forces qui produisent les accidents de la couronne agissaient principalement dans un plan perpendiculaire au rayon visuel; les courants et les crevasses de la couronne semblent venir du disque du Soleil plutôt qu'être répandus tout autour de la surface solaire.

Sawyer (*E.-F.*). — Minimum d'Algol. Occultation de β Capricorne.

Sampson (*W.-T.*). — Douze observations de la planète Hertha, faites à l'équatorial de $9^p,6$ de Washington.

Notes de l'éditeur.

Le Rapport annuel du professeur G.-W. Hough, directeur de l'Observatoire Dearborn, Chicago, offre un intérêt particulier en ce qui concerne la grande comète de 1882 (observations d'octobre 4 à mars 6, 1883, étude du noyau), plusieurs étoiles doubles difficiles et la description de la surface de Jupiter.

THE AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE (1).

Troisième Série, t. XXVII; 1884.

JANVIER.

Huggins (*W.*). — La Photographie de la couronne solaire sans éclipse.

M. Huggins a fait usage du télescope de 7 pieds de Lassell, qui a 7 pouces d'ouverture; il a paru avantageux de pratiquer deux trous de 3 pouces environ dans la largeur du couvercle, l'un pour laisser entrer la lumière,

(1) Voir *Bulletin*, I, p. 39.

Digitized by Google

l'autre pour recevoir les châssis et les plaques; les images sont fort nettes, et la petite inclinaison des rayons solaires sur le miroir n'a pas d'inconvénient.

L'appareil est attaché à l'équatorial et entraîné par le mouvement d'horlogerie. Les résultats sont satisfaisants, et les apparences de la couronne se distinguent bien quand le ciel est clair et bleu.

Le permanganate de potasse et une solution d'iode dans le sulfure de carbone avaient d'abord été employés comme milieux absorbants; en dernier lieu, on a rejeté les milieux absorbants et donné la préférence au chlorure d'argent. On fait varier la quantité de lumière qui tombe sur la plaque au moyen d'une trappe à ressort passant devant une ouverture plus ou moins grande.

Les opérations ont été entravées par le mauvais état du ciel; mais un dessinateur habile, M. Weslay, en rapprochant les photographies, a obtenu des dessins qui mettent en lumière précisément les mêmes accidents que les photographies prises pendant l'éclipse du 6 mai. Sur les plaques de M. Huggins on voit la couronne jusqu'à 8′ du bord.

Parsons (*F.-J.*). — Éléments elliptiques de la comète 1882, I.

Voir *Bulletin*, I, p. 33.

Sherman (*O.-I.*). — Observations de la comète Pons-Brooks à l'Observatoire de Yale College.

On a fait plusieurs mesures relatives à la position du plan de polarisation et à la quantité de lumière polarisée. 34 positions de la comète ont été déterminées.

Winlock (*W.-C.*). — Observations de la grande comète de 1882, faites à l'Observatoire Naval des États-Unis.

Un appendice au Volume des Observations de 1880 contiendra huit dessins de la tête de la comète, dont sept obtenus avec l'équatorial de 26 pouces. Ils montrent la décomposition du noyau et la séparation graduelle de ses différentes parties. De nombreux détails sur la comète seront renfermés dans cet Appendice.

COPERNICUS, *an International Journal of Astronomy* (1).

Tome III; 1883.

Kapteyn (*J.-C.*). — Sur une méthode pour obtenir la hauteur du pôle exempte autant que possible d'erreurs systématiques.

(1) Voir *Bulletin*, I, p. 40.

Digitized by Google

Le principe de la méthode est le suivant : Soient Σ une circompolaire et s_1, s_2 deux étoiles dont les déclinaisons sont peu différentes et culminent au sud du zénith, l'une s_1 en même temps que Σ au passage supérieur, l'autre s_2 en même temps que Σ au passage inférieur.

On observe les azimuts de s_1 et s_2, quand les étoiles sont à peu près symétriques par rapport au méridien, l'une étant à l'est et l'autre à l'ouest, ou réciproquement, et les distances zénithales de Σ et s_1, s_2 lors des culminations; soient

$$\begin{aligned}
&\text{Azimut } s_2 - \text{Azimut } s_1 = h,\\
&\text{H. d'obs. } s_2 - \text{H. d'obs. } s_1 = \lambda;\\
&\text{Azimut } s_1 - \text{Azimut } s_2 = h',\\
&\text{H. d'obs. } s_1 - \text{H. d'obs. } s_2 = \lambda';\\
&\text{Dist. zén. } \Sigma.\text{P.S} - \text{Dist. zén. } s_1 = \beta,\\
&\text{Dist. zén. } \Sigma.\text{P.I} - \text{Dist. zén. } s_2 = \beta'.
\end{aligned}$$

La hauteur du pôle φ est donnée par l'équation

$$\begin{aligned}
\sin\varphi \sin\tfrac{1}{4}(\lambda+\lambda') - \cos\varphi \cot[2\varphi + \tfrac{1}{2}(\beta+\beta')]\\
+ \cos\tfrac{1}{4}(\lambda+\lambda')\cot\tfrac{1}{4}(h+h') = 0;
\end{aligned}$$

les erreurs systématiques sont presque complètement éliminées.

Pour donner au procédé une forme plus générale, l'auteur considère $2n$ étoiles culminant au sud du zénith, à intervalles à peu près égaux, et n circompolaires. On observe d'une part les différences de distances zénithales, puis, pour les différences d'azimut, on groupe les étoiles par couples s_k, s_{k+1}; si l'on a observé $2n$ différences de hauteurs et $2n$ différences d'azimuts, chaque étoile s étant prise une fois à l'est et une fois à l'ouest, on a tout ce qui est nécessaire pour la détermination du pôle.

L'auteur évalue l'erreur probable de la détermination à $0^{s},5$ en moyenne. Les observations doivent être faites avec un instrument universel ou altazimut. La valeur pratique de la méthode n'a pu être éprouvée.

Dans ce travail étendu et soigné se trouvent des données intéressantes sur les réfractions, etc.

Schwedoff (*Th.*), *Dreyer* (*J.-L.-E.*). — Note sur la queue multiple de la comète de 1744.

M. Schwedoff soutient que les apparences présentées par la queue de cette comète contredisent la théorie de M. Bredichin.

Publications récentes.

Analyses des Mémoires suivants : *Nyrén* (*M.*) : L'aberration des étoiles fixes; — *Asaph Hall* : The parallax of α Lyræ and 61 Cygni; — *Paul*

Digitized by Google

(*H.-M.*) : A determination of the semidiameter of the Moon from two occultations of the Pleiades observed on July 6, 1877, and September 6, 1879; — Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution for the year 1881; — *Boeddicker* (*O.*) : On the influence of magnetism on the rate of a chronometer.

O. C.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, N°s 2570-2571.

Schmidt (*J.*). — Dénombrement des taches solaires observées à Athènes, en 1883.

Vogel (*H.-C.*). — Observations spectroscopiques de la comète Pons-Brooks.

La lumière de la tête a donné les trois bandes habituelles, mais leur intensité relative a beaucoup varié. Le 1er janvier, la bande bleue était devenue plus intense que la bande jaune; le même jour, le noyau a présenté une subite augmentation d'éclat et s'est transformé, pour quelques heures, en disque planétaire (diamètre $7'',0$ à 8^h30^m; $11'',1$ à 9^h3^m t. m. de Potsdam). Il avait alors un spectre continu, d'une remarquable intensité.

Shufeldt. — *Abetti* (*A.*). — Observations de la même comète, faites à Washington et à Padoue.

Schulhof et Bossert. — Éphéméride de la même comète.

Pomerantzeff (*H.*). — Météores observés à Tachkent, le 6 décembre 1883.

Cinquante météores. Point radiant, $\text{R} = 102°,7$, $\text{D} = 48°,1$. Orbite du courant météorique : $\pi = 9°,0$; $\Omega = 254°,4$; $i = 53°,1$; $\log q = 9,458$.

Luther (*Robert*). — Observations des petites planètes au micromètre circulaire, faites à Dusseldorf.

Pomerantzeff (*H.*) — Observations des petites planètes, faites à Tachkent.

Comstock (*G.-C.*). — Observations de la planète (33), faites à l'observatoire Washburn (Madison, Wisconsin).

Digitized by Google

Sampson (*W.-T.*) — Observations de la planète (235), Carolina, faites à Washington.

Shufeldt. — Éléments de la même planète, calculés par E. Frisby.

Engelmann (*R.*). — Sur la comète Pons-Brooks.

M. Engelmann a pu observer la comète à Leipzig, les jours suivants : septembre 23, 28; octobre 2, 7, 23; décembre 29, 30; janvier 1, 2, 3. Il a toujours vu un noyau stellaire, entouré d'une nébulosité ronde, assez régulière; quelquefois des traces d'un second noyau, et une queue assez courte (1°,5).

Meyer (*Wilhelm*). — Sur les masses de Saturne et de l'anneau.

En attendant que l'impression de son Mémoire sur Saturne, qui doit être publié par la Société de Physique de Genève, puisse être commencée, M. Meyer donne un résumé du Chapitre qui concerne la masse de Saturne, les résultats définitifs étant légèrement différents de ceux qu'il avait annoncés dans des publications provisoires.

Soient

M la masse de Saturne (y compris l'anneau); m la masse de l'anneau;

$\frac{\mu}{\mu'}$ le rapport des moyens mouvements sidéraux de la planète (μ') et d'un satellite (μ);

a le demi-grand axe de l'orbite du satellite, vu à la distance moyenne de Saturne;

f un facteur numérique qui dépend des dimensions de l'anneau et qui s'exprime par une série; r le diamètre et ε l'aplatissement de Saturne;

enfin $e = \frac{3}{5}\frac{\varepsilon r^2}{a^2}$, $k = \left(\frac{\mu}{\mu'}\right)^2 \sin^2 a$.

On aura, pour déterminer M, la relation suivante :

$$M = \frac{k - fm - e}{1 - k}.$$

Pour appliquer cette formule, il a fallu tout d'abord se procurer des valeurs suffisamment exactes des moyens mouvements des satellites. M. Meyer a pensé qu'il y avait peu de profit à tirer des observations anciennes, vu leur peu de précision et l'incertitude de la plupart des éléments de réduction. En revanche, on possède des séries entières d'observations modernes pour lesquelles ces inconvénients n'existent pas, notamment cette série de mesures que Bessel a exécutées de 1830 à 1832,

Digitized by Google

avec son héliomètre, et qui donnent la longitude moyenne de Japhet, avec une erreur moyenne inférieure à 1′. Pour les autres satellites, on a les observations de Jacob (1856-58), comparables à celles de M. Meyer lui-même, où l'erreur moyenne d'une longitude ne dépasse guère 4′. Les moyens mouvements déduits de la comparaison de ces trois séries (pour six satellites) méritent plus de confiance que les résultats qu'on pourrait tirer d'observations anciennes isolées, comme celles de Huygens par exemple.

M. Meyer a commencé par former six équations qui, traitées par la méthode des moindres carrés, lui ont donné m et la correction dM de la masse adoptée M_0; il a trouvé ainsi

$$M = \frac{1}{3485,67}, \quad m = \frac{1}{1960}.$$

La masse de l'anneau est ici rapportée à celle de Saturne. D'après l'erreur moyenne assez forte du nombre trouvé, elle serait comprise entre zéro et $\frac{1}{1000}$. Or on sait que Bessel avait trouvé $\frac{1}{118}$ par le mouvement des apsides de Titan. La valeur de ce mouvement ($d\pi = 1745''$) est confirmée par les calculs de M. Meyer, qui lui ont donné $d\pi = 1726'',5$; mais Bessel avait cru pouvoir négliger l'influence de l'aplatissement de Saturne sur $d\pi$, tandis que, d'après M. Tisserand (*Annales de l'Observatoire de Toulouse,* t. I, p. A.59), cette influence serait même plus sensible que celle de la masse m. M. Tisserand trouve

$$d\pi = 0°,475 + 0°,056(1000\,m).$$

En supposant $d\pi$ compris entre 0°,509 et 0°,450, on voit que m ne peut dépasser $\frac{1}{1660}$, résultat qui s'accorde avec celui que fournissent les moyens mouvements. En prenant $m = \frac{1}{1960}$, on aurait $d\pi = 1813''$.

Il s'agirait encore de savoir si les perturbations mutuelles des satellites sont ici négligeables. On admet d'ordinaire, sur la foi des observations photométriques, que Titan est de beaucoup le plus gros des huit satellites; mais cela suppose que ces corps ont tous le même pouvoir réflecteur, et les variations d'éclat de Japhet pourraient faire naître des doutes à cet égard. Une étude approfondie des orbites de tous les satellites, pour laquelle les observations de Washington fourniraient d'amples matériaux, permettrait sans doute d'éclaircir ce point obscur.

La masse de l'anneau étant, selon toute probabilité, très petite, M. Meyer a encore calculé M dans l'hypothèse de $m = 0$, qui donne

$$\frac{1}{M} = 3482,48 \pm 5,50.$$

Ce résultat lui paraît même plus sûr que le premier. On sait que Le

Digitized by Google

Verrier avait trouvé 3529,6, Bouvard 3512, Bessel 3501,6; plus tard, Jacob a trouvé 3487,2, et tout récemment Asaph Hall 3482,2. Ce dernier résultat coïncide avec celui de M. Meyer, et celui de Jacob s'en éloigne très peu. Les nombres de Bouvard et de Le Verrier reposent sur les perturbations de Saturne et de Jupiter. Quant à Bessel, il a utilisé ses observations de Titan; mais on sait que ses distances sont généralement un peu trop faibles, erreur à laquelle on est toujours exposé avec l'héliomètre, tandis que le micromètre filaire donne plus facilement des distances trop grandes.

Hasselberg (*B.*). — Spectre de la comète Pons-Brooks, observé à Pulkova.

Le 2 janvier, le spectre de cette comète était facilement observable. C'était le spectre ordinaire, à trois bandes : celle du milieu (B) était de beaucoup la plus brillante; A, faible, mais nette; C, faible et diffuse. Ces bandes se projetaient sur un spectre continu très pâle. Le 15 janvier, l'intensité du spectre avait sensiblement diminué.

Chandler (*S.-C.*). — Observations et éphéméride de l'étoile variable U Ophiuchus.

M. Chandler a pu observer à Cambridge (E.-U.), depuis deux ans, 29 minima de cette étoile, dont la période est d'environ vingt heures. Ces observations s'accordent assez bien avec l'éphéméride fondée sur les éléments que M. Chandler a donnés il y a quelques années (*A. N.*, 2448). L'éphéméride est continuée jusqu'au mois de décembre 1884.

Kustner (*J.*). — *Shufeldt.* — Observations de la comète Pons-Brooks, faites à Hambourg et à Washington.

Schering. — Notice nécrologique sur E.-F.-W. Klinkerfues.

Klinkerfues était né le 29 mars 1827, à Hofgeismar (duché de Hesse); il est mort le 28 janvier dernier. Attaché depuis 1851 à l'observatoire de Gœttingue, il fut appelé, à partir de 1859, à prendre une part active à la direction de cet établissement. On lui doit la découverte de six comètes, et divers travaux concernant les orbites des planètes, des comètes et des étoiles doubles, l'aberration, l'influence du mouvement de la source lumineuse, etc. Un Catalogue d'étoiles, fondé sur les zones observées à Gœttingue de 1855 à 1863, et qu'il avait préparé pour l'impression, n'a point encore été publié.

Digitized by Google

Oppolzer (*Th.*). — Sur une cause qui pourrait expliquer la différence constatée entre la valeur théorique et la valeur réelle de l'accélération séculaire du moyen mouvement de la Lune.

On sait que, pour rendre compte de la différence d'environ 5″ qui existe entre l'accélération séculaire déduite des observations et celle que fournit la théorie, Delaunay a invoqué l'influence des marées. Mais les obstacles que la présence des continents oppose à la propagation des marées rendent cette explication assez problématique; il ne sera donc pas inutile de faire entrer en ligne de compte une autre cause qui doit produire des effets analogues.

Le phénomène des étoiles filantes semble prouver l'existence de nuages de poussière cosmique remplissant les espaces interplanétaires. La chute incessante de ces météores produit un accroissement faible, mais continu, des masses de la Terre et de la Lune, d'où résulte, dans la longitude moyenne de la Lune, un terme multiplié par t^2. Un terme semblable doit naître aussi de la diminution de la vitesse tangentielle de la Lune, que produit le choc des météores. Enfin le ralentissement de la rotation de la Terre, dû à la même cause, altère la longueur du jour, et il en résulte un troisième terme en t^2. Toutes ces influences peuvent s'estimer d'une manière approximative. Une couche de poussière de $0^m,001$, se déposant, dans le cours d'un siècle, à la surface de la Terre, produirait, d'après M. d'Oppolzer, une accélération séculaire de $1'',81$, qui serait la somme des trois termes en question

$$(0'',87 + 0'',26 + 0'',68)\,t^2 = 1'',81\,t^2.$$

Il suffirait donc d'une couche de $2^{mm},8$ pour rendre compte d'une accélération de 5″. Or une couche d'un peu moins de 3^{mm} par siècle n'a rien d'impossible. Nous ferons cependant remarquer que cela représente une chute de 40 millions de mètres cubes ou de 220 milliards de kilogrammes de poussières par jour, tandis que M. Newton, par exemple, évalue cette pluie de poussières cosmiques à 100000^{kg} par jour.

La densité moyenne des espaces célestes serait, d'après cette hypothèse, 3760 milliards de fois plus faible que celle de l'air.

Weinek (*L.*). — Travaux de l'observatoire de Prague.

Observations de la dernière comète au micromètre circulaire d'une lunette de $0^m,16$; occultations d'étoiles, éclipses des satellites de Jupiter.

Tacchini. — *Cacciatore*. — Observations de la comète Pons-Brooks, faites à Rome et à Palerme.

Digitized by Google

Bohlin (*Kurt*). — Observations des planètes Victoria et Sapho, faites à Upsal, d'après la méthode proposée par M. Gill.

R. R.

VARIÉTÉS.

SÉANCE DU CONSEIL DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS

DU 30 JANVIER 1884.

Le Conseil de l'Observatoire de Paris a tenu sa séance réglementaire pendant le mois de janvier pour statuer sur les différentes questions relatives à l'administration et aux divers services de cet établissement; il a entendu ensuite la lecture du Rapport annuel faite par le Directeur, M. l'amiral Mouchez, sur les travaux de l'année 1883.

Ces travaux ont suivi leur marche régulière; la revision du Catalogue de Lalande sera bientôt terminée et l'on a pu en commencer l'impression.

Le nombre des observations méridiennes faites en 1883 est de 23830.

Aucune modification importante n'a été apportée aux instruments méridiens.

Le service des équatoriaux s'est trouvé augmenté de l'équatorial coudé de M. Lœwy et de l'équatorial de $0^m,38$ de la tour de l'Est, pour lequel MM. Henry viennent de construire un excellent objectif qui leur appartient encore; pour utiliser convenablement cet objectif, avec lequel on a pu observer le deuxième satellite de Mars dans le mois de janvier, il a été nécessaire de remplacer l'ancien tube en bois par un tube métallique et d'améliorer autant que possible les diverses parties de ce vieil instrument, qui devient la plus puissante et la meilleure lunette qu'ait jamais eue l'Observatoire de Paris.

L'observatoire magnétique a été installé dans les salles souterraines à la fin de l'année; les observations s'y font régulièrement et sont complétées par les appareils enregistreurs de M. Mascart. Les divers autres services relatifs à la distribution de l'heure, à la

Digitized by Google

Météorologie, à l'École d'Astronomie, au secrétariat, ont également fonctionné avec régularité.

Un employé expérimenté de la Bibliothèque de l'Institut vient travailler tous les jours à l'Observatoire, pendant trois ou quatre heures, pour refaire le Catalogue de notre bibliothèque.

On a publié pendant le courant de l'année le volume des *Observations de* 1880 et le tome XVII des *Mémoires*.

Après la lecture de ce Rapport, qui a été approuvé, M. Mouchez a présenté au Conseil un Mémoire sur la nécessité urgente d'établir les principaux services actifs de l'Observatoire dans une succursale hors de Paris, conformément aux vœux de tous les astronomes depuis trente ou quarante ans et au vote de la Commission académique et de l'Académie en 1869.

Depuis lors, en effet, les inconvénients signalés n'ont fait que s'accroître chaque année par la construction de tout un nouveau quartier autour de l'Observatoire et par l'impossibilité où nous nous trouvons aujourd'hui d'obtenir de l'État les fonds nécessaires, soit pour mettre au niveau des progrès modernes de la Science tous nos anciens instruments, soit pour nous procurer ceux qui nous manquent et terminer notre grande lunette, soit enfin pour empêcher la construction de nouvelles maisons trop près dans le sud de l'Observatoire. Le terrain Arago, acheté à la Ville il y a quatre ans, s'est trouvé tellement miné par les catacombes, qu'il serait impossible d'y établir la grande coupole de l'équatorial de $0^m,74$ sans des travaux de consolidation dispendieux. Enfin le Directeur a fait ressortir tous les inconvénients du logement des astronomes en dehors de l'Observatoire, d'où résultent l'impossibilité d'obtenir un service de nuit convenablement organisé et la fâcheuse nécessité où se trouvent beaucoup d'entre eux d'augmenter leurs modestes appointements par l'exercice du professorat ou de toute autre occupation obligatoire nuisible à leurs travaux astronomiques.

Tous les grands observatoires étrangers, qui ont passé par des difficultés à peu près semblables, ont reconnu et subi la nécessité d'émigrer hors des villes. L'Observatoire de Paris seul reste dans son ancienne situation, qui le place dans un état d'infériorité relative très regrettable.

L'État ne pouvant faire les frais nécessaires à la construction de cette succursale, surtout après les sacrifices qu'il vient de s'im-

Digitized by Google

poser par la création de cinq observatoires nouveaux en province, M. Mouchez propose de vendre les deux tiers des jardins et terrains vagues en contre-bas qui entourent l'Observatoire, sans autre utilité que de le maintenir dans un certain isolement des maisons voisines, et de consacrer les 2500000^{fr} ou 3 millions que procurerait cette vente à la création du nouvel établissement sur un des domaines de l'État des environs de Paris.

Le bel édifice de Louis XIV, qui a perdu sa physionomie primitive par suite de constructions et de jardins qui ont depuis si longtemps masqué au public son imposante façade méridionale, reprendrait son premier aspect en se trouvant isolé entre les deux rues qu'on percerait de chaque côté dans les fossés, pour donner de la valeur aux terrains et mettre en communication directe l'avenue du Luxembourg et la place Saint-Jacques.

Aucun motif sérieux ne semble donc devoir s'opposer à l'adoption de ce transfert, depuis longtemps sollicitée par tous les astronomes, qui a déjà reçu la sanction de l'Académie et qui dotera la France d'un observatoire complet et puissamment organisé. La Commission académique désignée pour examiner cette question lui a donné son approbation, en demandant toutefois que les bâtiments actuels de l'Observatoire soient conservés avec les terrains indispensables aux observations, et que l'établissement demeure consacré aux études astronomiques.

NOTE DE M. SCHULHOF.

M. Schulhof nous fait, à la dernière heure, la communication que la comète 1858, III, découverte par Tuttle, a une durée de révolution d'environ six ans; voici des éléments provisoires qui représentent assez bien les huit observations faites à Cambridge (E.-U.) et à Ann-Arbor :

$$T = 1858, \text{ Mai } 2{,}95896, \text{ t. m. de Paris.}$$
$$\log a = 0{,}522569.$$
$$\pi = 201^\circ\ 0'\ 53'',3, \quad i = 19^\circ\ 17'\ 25'',2.$$
$$\Omega = 175^\circ\ 21'\ 2'',3, \quad \varphi = 40^\circ\ 59'\ 37'',5.$$

Éq. et éclipt. moyens de 1858,0.

Digitized by Google

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

INFLUENCE DE L'ATTRACTION LUNAIRE SUR LA DIRECTION DE LA VERTICALE ET SUR L'INTENSITÉ DE LA PESANTEUR;

PAR M. A. GAILLOT.

M. Radau, dans le premier numéro de ce Bulletin (p. 50 et 51), après avoir analysé un travail du P. Hagen, a indiqué la démonstration de la formule qui permet de calculer la déviation du fil à plomb produite par la Lune et a fait voir que, si l'on suppose nulle la déclinaison de cet astre, l'extrémité libre du fil décrit une petite ellipse.

Nous avons pensé qu'il serait intéressant d'étudier la courbe décrite dans le cas général et, en outre, de déterminer les variations correspondantes de l'intensité de la pesanteur. Dans ce but, nous allons donner de la même formule une démonstration identique au fond à celle de M. Radau, mais avec quelques développements, nécessaires à l'intelligence de ce qui doit suivre.

Soient O le centre de la Terre, A un point de sa surface, Z le zénith de ce point, L le centre de la Lune, $OA = a$, $OL = r$, $AL = r'$, $AOL = z$ et $ZAL = z'$.

Soient, en outre, m la masse de la Lune, celle de la Terre étant prise pour unité, f l'attraction exercée par l'unité de masse, à l'unité de distance.

L'attraction lunaire sur les deux points O et A s'exercera tout entière dans le plan LOA; si nous décomposons cette attraction suivant la ligne et dans le sens AO, d'une part, et suivant une perpendiculaire à cette ligne dans le plan LOA, nous aurons :

Pour l'attraction exercée par la Lune sur l'unité de masse placée au centre O de la Terre,

$$X = -\frac{fm}{r^2}\cos z, \quad Y = +\frac{fm}{r^2}\sin z;$$

Pour l'attraction exercée sur l'unité de masse placée en A par l'action combinée de la Terre et de la Lune,

$$X' = \frac{f}{a^2} - \frac{fm}{r'^2}\cos z', \quad Y' = +\frac{fm}{r'^2}\sin z'.$$

Digitized by Google

Nous ne changerons rien ni à l'équilibre ni au mouvement relatifs de ces deux points en ajoutant à chacun deux forces égales à X et à Y, mais de signes contraires à celles-ci. Alors l'action de la Lune sur le point O sera annulée, tandis que le point A sera sollicité par les deux forces

$$X' - X = \frac{f}{a^2}\left[1 - m\frac{a^2}{r^2}\left(\frac{r^2}{r'^2}\cos z' - \cos z\right)\right],$$

$$Y' - Y = \frac{f}{a^2} m \frac{a^2}{r^2}\left(\frac{r^2}{r'^2}\sin z' - \sin z\right).$$

Le fil à plomb, dont l'extrémité fixe est en A, ne pourra rester en équilibre que s'il fait avec AO un angle ε déterminé par la formule

$$\operatorname{tang}\varepsilon = \frac{Y' - Y}{X' - X} = \frac{m\frac{a^2}{r^2}\left(\frac{r^2}{r'^2}\sin z' - \sin z\right)}{1 - m\frac{a^2}{r^2}\left(\frac{r^2}{r'^2}\cos z' - \cos z\right)}.$$

Développant le second membre de cette équation en une série ordonnée suivant les puissances de $\frac{a}{r}$ et s'arrêtant à la troisième, on obtient

$$\operatorname{tang}\varepsilon = 3m\left(\frac{a}{r}\right)^3 \sin z \cos z, \quad \text{d'où} \quad \varepsilon = \frac{3m}{2\sin 1''}\left(\frac{a}{r}\right)^3 \sin 2z,$$

résultat qu'on vérifiera facilement en remarquant qu'on a, avec une exactitude suffisante pour le but que l'on se propose,

$$\frac{r^2}{r'^2} = 1 + 2\frac{a}{r}\cos z, \quad \sin z' = \sin z + \frac{a}{r}\sin z \cos z, \quad \cos z' = \cos z - \frac{a}{r}\sin^2 z.$$

Avec la valeur $m = \frac{1}{81,4}$ et la valeur moyenne $\frac{a}{r} = \frac{1}{60,27}$, on trouve

$$\varepsilon = 0'',0174 \sin 2z,$$

résultat identique à celui qu'indique M. Radau avec les divers auteurs qu'il a cités.

Dans le plan tangent en A à la surface de la Terre, prenons deux axes rectangulaires dirigés, l'un Ax, suivant la méridienne, vers le Sud, l'autre Ay, vers l'Ouest; l étant la longueur du fil à plomb, x et y les coordonnées rectangulaires, et ρ et ω les coordonnées polaires de son extrémité libre; on a, en posant $\alpha = 3m\left(\frac{a}{r}\right)^3 l$,

$$(1) \qquad \rho = \alpha \sin z \cos z;$$

Digitized by Google

ω est d'ailleurs égal à l'azimut de la Lune; $\mathfrak{D}$ étant la déclinaison de cet astre, λ la latitude de A, si nous considérons le triangle sphérique PZL ayant pour sommets le centre L de la Lune, le zénith Z du point A et le pôle boréal P, on a $PZ = 90^\circ - \lambda$, $PL = 90^\circ - \mathfrak{D}$, $ZL = z$, $PZL = 180^\circ - \omega$, d'où l'on déduit

$$(2) \qquad \sin\mathfrak{D} = \sin\lambda\cos z - \cos\lambda\sin z\cos\omega.$$

Si l'on admet qu'entre deux passages consécutifs de la Lune au méridien de A la déclinaison $\mathfrak{D}$ reste constante, l'élimination de z entre les deux équations (1) et (2) donnera entre ρ et ω une équation qui sera celle de la courbe cherchée [1].

On tire de (2)

$$\begin{aligned} 2\sin^2\mathfrak{D} &= \sin^2\lambda + \cos^2\lambda\cos^2\omega \\ &\quad + (\sin^2\lambda + \cos^2\lambda\cos^2\omega)\cos 2z - 4\sin\lambda\cos\lambda\cos\omega.\sin z\cos z \end{aligned}$$

et, en tenant compte de (1),

$$\begin{aligned} &2\sin^2\mathfrak{D} - \sin^2\lambda - \cos^2\lambda\cos^2\omega + 4\sin\lambda\cos\lambda\cos\omega\frac{\rho}{\alpha} \\ &\quad = (\sin^2\lambda - \cos^2\lambda\cos^2\omega)\sqrt{1 - \frac{4\rho^2}{\alpha^2}}; \end{aligned}$$

élevant au carré et réduisant, on trouve

$$\begin{aligned} &\rho^2(\sin^2\lambda + \cos^2\lambda\cos^2\omega)^2 \\ &\quad + 2\rho\alpha\sin\lambda\cos\lambda\cos\omega(2\sin^2\mathfrak{D} - \sin^2\lambda - \cos^2\lambda\cos^2\omega) \\ &\qquad + \alpha^2(\sin^2\mathfrak{D} - \sin^2\lambda)(\sin^2\mathfrak{D} - \cos^2\lambda\cos^2\omega) = 0 \end{aligned}$$

ou, en coordonnées rectilignes,

$$\begin{aligned} (x^2 + y^2\sin^2\lambda)^2 &- 2x\alpha\sin\lambda\cos\lambda[(x^2 + y^2\sin^2\lambda) - 2(x^2 + y^2)\sin^2\mathfrak{D}] \\ &- \alpha^2(\sin^2\mathfrak{D} - \sin^2\lambda)[x^2\cos^2\lambda - (x^2 + y^2)\sin^2\mathfrak{D}] = 0. \end{aligned}$$

La discussion complète de cette courbe nous entraînerait trop loin; nous ferons seulement remarquer, ce qu'on vérifiera d'ailleurs facilement :

1° Qu'elle reste la même pour deux valeurs de $\mathfrak{D}$ égales et de signes contraires;

2° Que, pour deux valeurs de λ égales et de signes contraires,

---

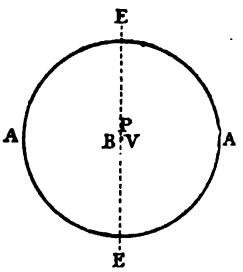
[1] La méthode que nous employons ici pour déterminer l'équation de la courbe nous a été indiquée par M. Tisserand; nous avions primitivement fait usage d'un procédé un peu plus complexe, qui nous avait conduit d'ailleurs à un résultat absolument identique.

Digitized by Google

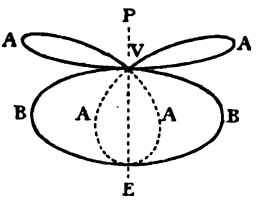
Courbes décrites, sur le plan horizontal, par l'extrémité du fil à plomb soumis à l'influence de l'attraction lunaire.

V, pied de la verticale non troublée.
A, courbe correspondant à une déclinaison de la Lune égale à ± 30°.
B, courbe correspondant à une déclinaison de la Lune égale à 0°.
PE, trace du méridien sur le plan horizontal dans le sens pôle-équateur.

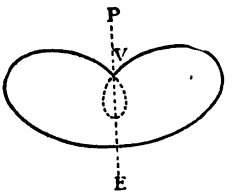
λ = 90°.
La courbe B se réduit à un point.



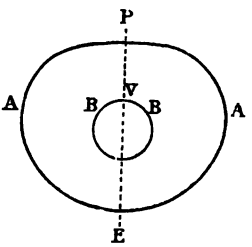
λ = 30°.



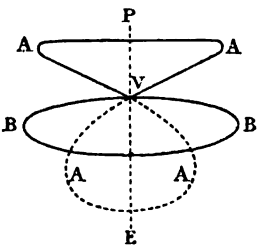
Paris. — ☉☾ = ± 30°.



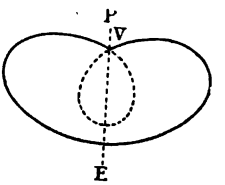
λ = 75°.



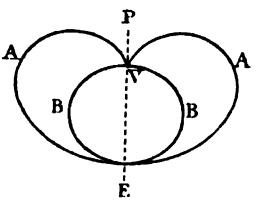
λ = 15°.



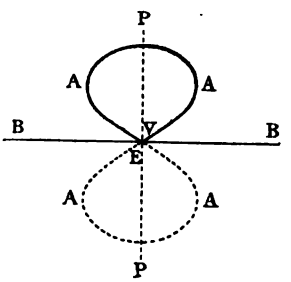
Paris. — ☉☾ = ± 20°.



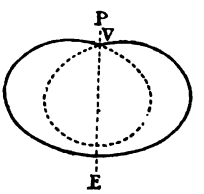
λ = 60°.



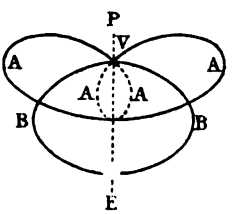
λ = 0°.



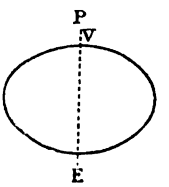
Paris. — ☉☾ = ± 10°.



λ = 45°.



Paris. — ☉☾ = 0°.



Digitized by Google

on a deux courbes égales placées symétriquement par rapport à l'axe des y;

3° Que, pour $\mathfrak{D} = 0$, on a deux ellipses égales et superposées.

Nous donnons, dans une série de dessins, la forme affectée par la courbe à diverses latitudes. Chaque dessin comprend une courbe A, correspondant à une valeur de $\mathfrak{D}$ égale à $\pm 30°$, une autre B correspondant à la valeur $\mathfrak{D} = 0$. Nous avons choisi la première valeur, quoiqu'elle dépasse un peu le maximum possible, parce qu'il en résulte quelques simplifications dans les calculs.

λ et $\mathfrak{D}$ étant de même signe, les parties pleines des courbes A correspondent aux époques où la Lune est au-dessus de l'horizon, les parties pointillées aux époques où elle est au-dessous. C'est l'inverse qui a lieu quand λ et $\mathfrak{D}$ sont de signes contraires; quant aux courbes B, les deux parties sont, comme nous l'avons dit, égales et superposées.

Nous avons ajouté quelques dessins représentant les courbes correspondant à diverses déclinaisons de la Lune pour la latitude de Paris.

Pour déterminer l'intensité g' de la pesanteur troublée par l'action de la Lune, nous remarquerons que, vu l'extrême petitesse de l'angle ε, on aura, à un infiniment petit près,

$$g' = X' - X = \frac{f}{a^2}\left[1 - m\frac{a^2}{r^2}\left(\frac{r^2}{r'^2}\cos z' - \cos z\right)\right]$$

et, avec le même degré d'approximation que précédemment, $\frac{f}{a^2} = g$ étant l'intensité de la pesanteur non troublée,

$$\frac{g' - g}{g} = m\left(\frac{a}{r}\right)^3(1 - 3\cos^2 z) = 0{,}00000056(1 - 3\cos^2 z).$$

La perturbation atteint son maximum négatif pour $z = 0°$ ou $z = 180°$, son maximum positif, moitié du précédent, pour $z = \pm 90°$; elle est nulle pour $z = \pm 54°46'$ ou $z = \pm 125°14'$. Un poids de 1000^{kg}, par exemple, sera diminué de $0^{gr},112$ quand la Lune sera au zénith ou au nadir, augmenté de $0^{gr},056$ quand elle sera à l'horizon, et non altéré quand elle sera à $35°14'$ au-dessus ou au-dessous de l'horizon.

La théorie précédente s'applique sans aucun changement à l'ac-

Digitized by Google

tion exercée par le Soleil; les coefficients numériques, qu'on déterminerait avec la plus grande facilité, sont un peu inférieurs à la moitié de ceux qui se rapportent à l'action de la Lune.

SUR LES AIGRETTES ET LES PANACHES DE LA COMÈTE PONS (BROOKS) AU VOISINAGE DE SON PASSAGE AU PÉRIHÉLIE;

PAR M. G. RAYET.

La comète de Pons a, comme toutes les comètes, présenté, en approchant de son périhélie, les changements de forme rapides qui sont l'indice des modifications profondes que le voisinage du Soleil produit dans la distribution de la matière de ces astres. Quoique, dans le cas actuel, ces modifications aient été moins profondes que celles que l'on a reconnues dans les dernières grandes comètes, elles m'ont cependant semblé dignes d'être notées, et je vais essayer de les décrire à l'aide des observations faites à l'équatorial de $0^m,38$ de l'observatoire de Bordeaux.

Jusqu'au 26 octobre, la masse nébuleuse de la comète a conservé une forme circulaire avec un noyau central assez brillant, mais d'un éclat variable d'un jour à l'autre; ce noyau avait à la fin d'octobre l'éclat de 10e à 11e grandeur et la nébulosité un diamètre d'environ 3′ à 4′ d'arc.

La première trace de queue a été notée le 27 octobre 1883.

Jusqu'au 21 novembre, les observations physiques ont été contrariées par la présence de la Lune, mais dans cet intervalle la physionomie de l'astre ne paraît pas s'être modifiée.

Le 22 novembre, la nébulosité cométaire est ronde, avec une légère trace de queue et un noyau très marqué, ayant l'éclat d'une 8e.

Le 24 novembre, le noyau brille comme une 8e grandeur et, en arrière de la nébulosité, dont le diamètre est d'environ 6′ d'arc, il y a, à la naissance de la chevelure, une sorte d'étranglement qui donne à l'ensemble de l'astre une ressemblance marquée avec la forme des courbes de niveau de M. Roche.

Le 29 novembre, le diamètre de la nébulosité est d'environ 7′ d'arc et le noyau, un peu diffus, un peu estompé, paraît avoir une tendance à émettre des panaches dans la direction du Soleil.

Digitized by Google

Le 16 décembre, le diamètre de la nébulosité s'est un peu augmenté; le noyau brille comme une 8e et a un diamètre sensible; sa lumière, blanche jusqu'alors, est devenue orangée et tranche sur la masse bleuâtre de l'astre; au contact immédiat du noyau, on remarque une augmentation d'éclat très sensible et brusque.

Le 20 décembre, le noyau brille comme une 7e et sa couleur est redevenue blanche. La nébulosité, dont le diamètre est d'environ 8′, présente en avant une condensation de lumière très marquée. La comète est visible à l'œil nu.

Le 22 décembre, la teinte du noyau est très légèrement orangée et l'existence des aigrettes est certaine.

Le 24 décembre, les premiers panaches se montrent avec leur forme; la coloration légèrement jaunâtre du noyau est bien visible par contraste avec la teinte blanche de la chevelure.

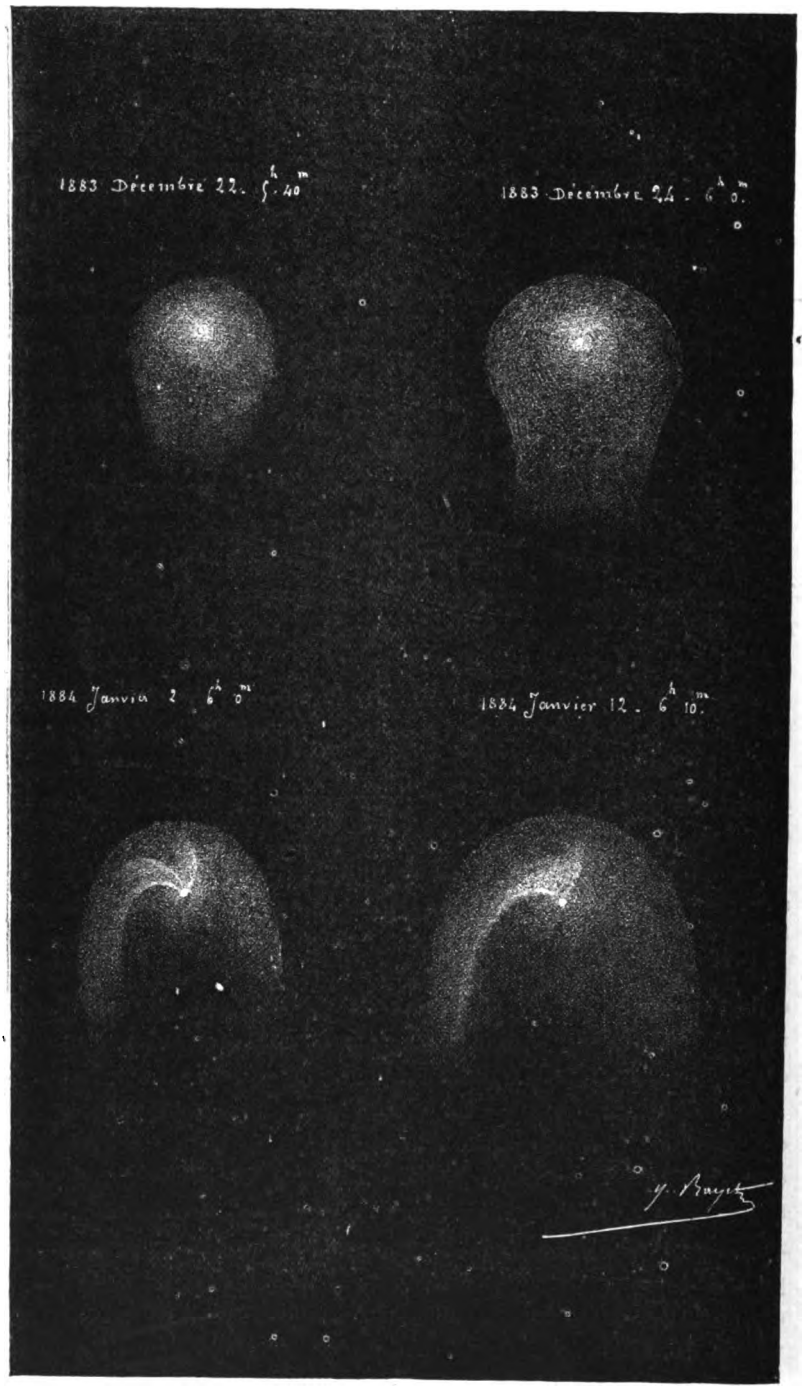
Le 2 janvier, l'équatorial de 14 pouces montre deux panaches dissymétriques très marqués; celui du premier bord (bord ouest) naît dans une direction presque perpendiculaire à l'axe de la queue et présente une courbure très marquée; celui du second bord, plus faible, est presque dans la direction de l'axe de la queue.

Le 11 janvier, un éventail de lumière, à éclat presque uniforme, remplit l'intervalle des deux panaches, ainsi reliés entre eux d'une manière continue.

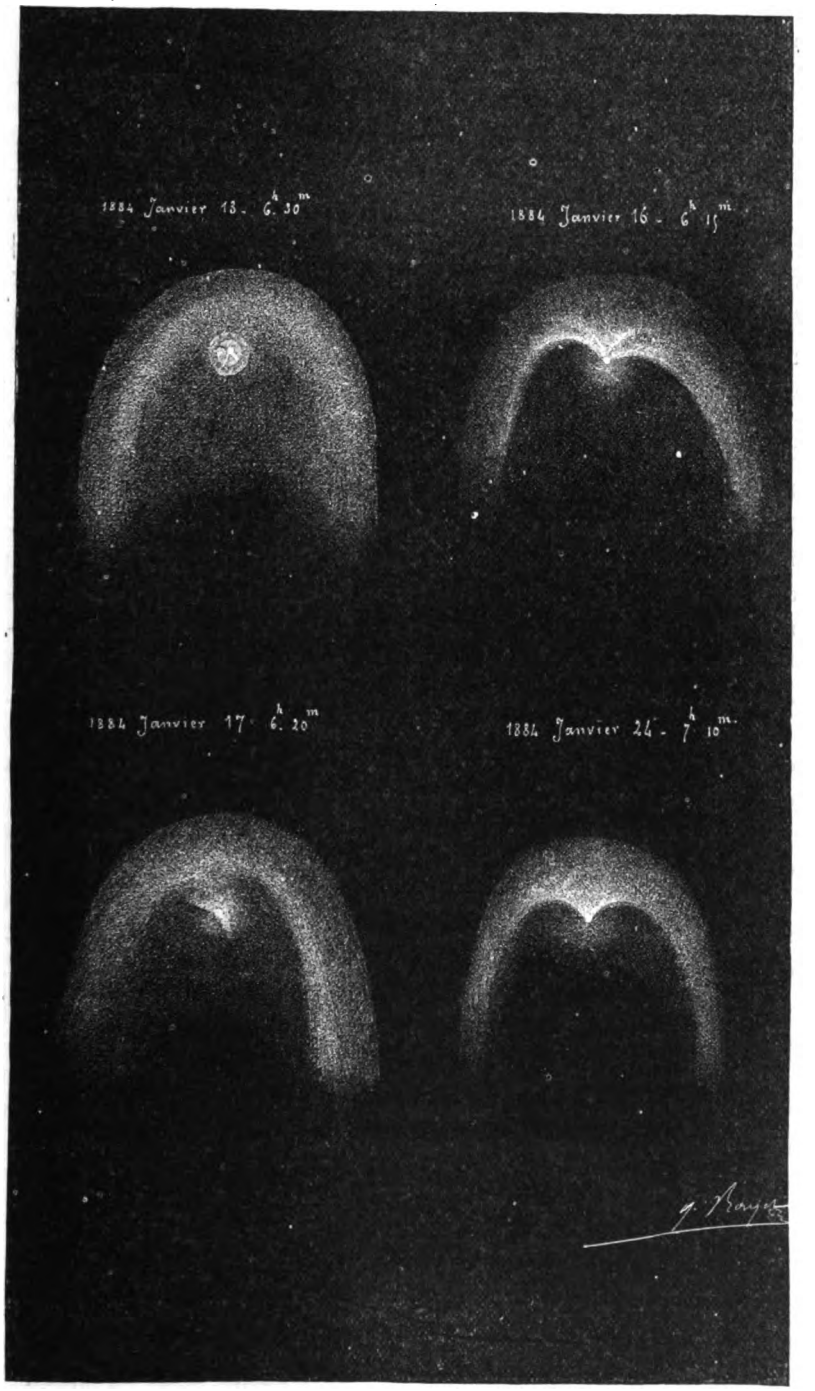
Le 12 janvier, un éventail de lumière très net se montre en avant de la comète; la branche de l'éventail, la première en ascension droite, se recourbe en arc de cercle vers la chevelure et est la plus lumineuse; le second bord de l'éventail est presque dans la direction de la queue. L'ouverture totale de l'éventail est d'environ 90°. Le noyau, orangé, paraît très net vers la chevelure et estompé vers la tête. Le diamètre de la nébulosité est d'environ 9′.

Le 13 janvier, la forme de la comète a complètement changé et est devenue très singulière. Autour du noyau d'un éclat très vif, comparable à celui d'une 5e, il existe une zone circulaire, continue d'environ 30″ de diamètre et d'une lumière très vive; cette zone est enveloppée dans une seconde zone moins lumineuse, comprise elle-même dans l'ensemble de la nébulosité. La zone lumineuse centrale est traversée par deux rayons très brillants dirigés vers la queue. L'éclat du noyau central est tel qu'il paraît s'élever

Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google

au-dessus de la masse cométaire comme certains pics lunaires font saillie au-dessus des plaines de quelques cratères.

Cette même apparence se montre dans les deux équatoriaux de 8 et de 14 pouces; elle paraît donc réelle.

Le 16 janvier, la comète a repris l'apparence connue de ces astres. Un éventail de lumière d'une ouverture d'environ 100° se montre en avant et la majeure partie de sa lumière se déverse vers le deuxième bord de la queue (bord est) qui est ainsi sensiblement plus intense que l'autre. Deux sillons de lumière se montrent dans cet éventail. Le noyau est presque blanc et d'un éclat très vif.

Le 17 janvier, le noyau de la comète est blanc, extrêmement lumineux, visible sur le champ très brillamment éclairé de l'équatorial; à partir du noyau, et dirigé en avant, existe un éventail de lumière très intense de 30″ de diamètre et d'une ouverture de 200°; l'axe en est incliné de 45° sur la direction de la queue. De la partie antérieure de l'éventail part un rayon de lumière diffus, dont l'épanouissement se relie avec une couche lumineuse parabolique distante du centre d'environ 1′ d'arc. Les bords de la queue sont plus brillants que le centre, donnant ainsi la sensation d'un cône creux.

Le 24 janvier, la comète n'a pu être observée que dans la brume et sa nébulosité centrale ne paraît plus caractérisée que par un éventail de lumière projeté en avant et à peu près symétrique.

Toutes ces apparences sont assez difficiles à décrire; je me suis efforcé de les reproduire dans les dessins joints à cette Note.

Quant au spectre de la comète, il est toujours resté composé des trois bandes ordinaires des hydrogènes carbonés, bande jaune verdâtre, bande verte et bande bleue. La bande centrale était extrêmement lumineuse. Le noyau donnait un spectre continu très faible.

Le ciel s'est d'ailleurs montré défavorable aux études sur la comète; plusieurs des observations précédentes ont été faites dans des éclaircies de peu de durée ou à travers des brumes légères.

NOTICE SUR L'OBSERVATOIRE DE MARSEILLE;

PAR M. STEPHAN.

Introduction. — Lorsque Le Verrier prit la direction de l'Observatoire de Paris, l'une de ses premières préoccupations fut

Digitized by Google

d'imprimer, en France, une impulsion nouvelle à la construction des grands instruments d'optique. Dans cette entreprise, il eut la bonne fortune de pouvoir s'associer Léon Foucault comme collaborateur.

Cet habile physicien imagina une méthode, théoriquement infaillible, quoique d'une application délicate, qui permet de reconnaître les imperfections locales d'un objectif et d'en retoucher rationnellement les surfaces. En quelques années, plusieurs miroirs paraboliques, de dimensions croissantes et d'une exécution presque irréprochable, sortirent successivement de ses mains; enfin, en avril 1862, Foucault annonçait à l'Académie les premiers essais très satisfaisants d'un miroir dont le diamètre atteignait près de $0^m,80$.

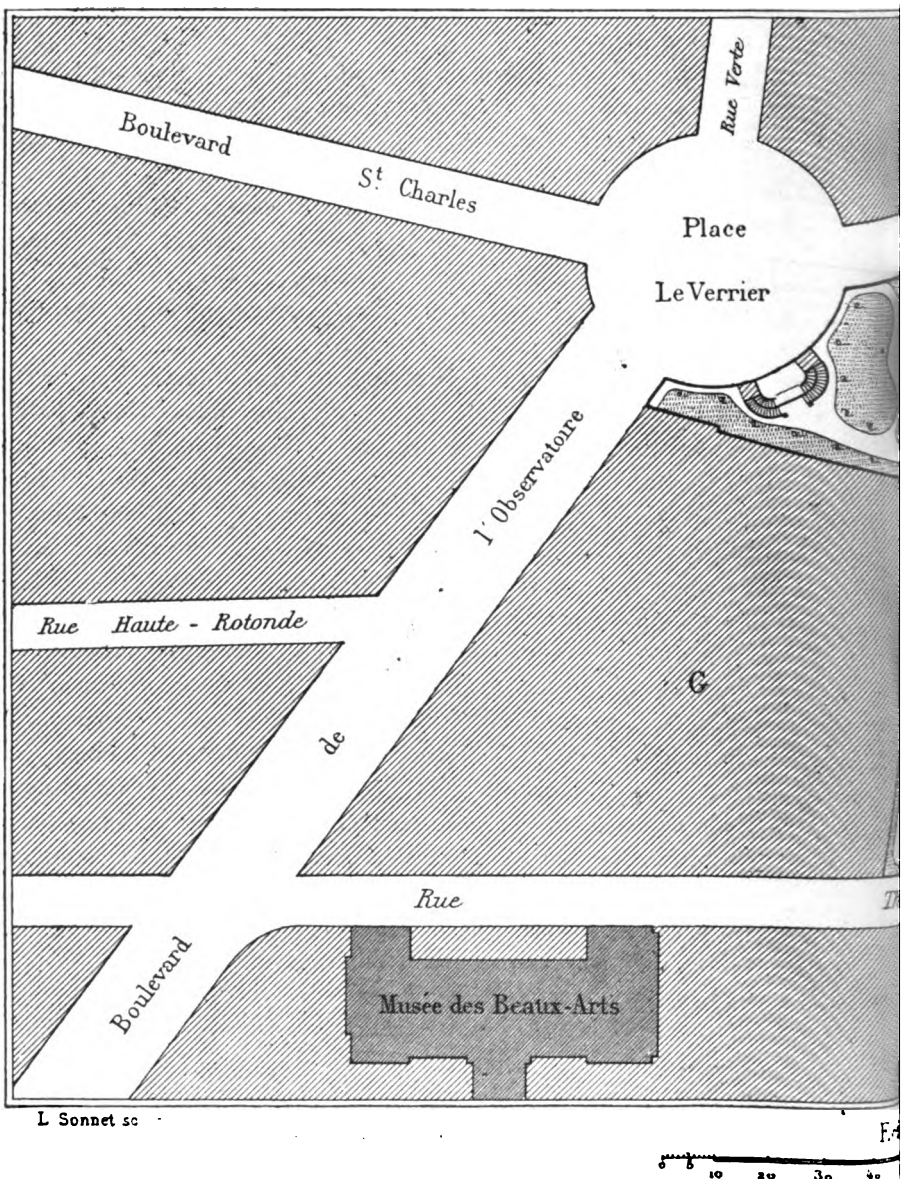
A peine ce beau miroir était-il terminé que Le Verrier forma le projet de fonder, pour l'y établir, une succursale de l'Observatoire de Paris, dans le midi de la France où la pureté du ciel est généralement plus grande que dans la vallée de la Seine, et aussitôt il entra en pourparlers avec les villes de Montpellier et de Marseille. Celle-ci, dont les offres de concours se trouvaient plus avantageuses pour l'État, fut définitivement choisie : telle est l'origine de son observatoire actuel.

Depuis le commencement du XVIIIe siècle, Marseille possédait déjà un observatoire, non loin de l'emplacement où Pythéas exécuta, dans l'antiquité, son importante et célèbre détermination de l'inclinaison de l'écliptique. Plusieurs des astronomes qui se sont succédé dans cet établissement ont laissé des noms connus dans la Science : tels sont ceux de Laval, Pézenas, Saint-Jacques de Silvabelle, Bernard, Thulis, Gambart et Valz, noms auxquels il faut joindre ceux de Pons, le célèbre chercheur de comètes, et du baron de Zach, qui fit, à Marseille, les travaux géodésiques relatés dans son *Traité de l'attraction des montagnes*. L'histoire de l'ancien Observatoire de Marseille n'est donc pas sans honneur; mais, en 1862, cet établissement ne réalisait aucune des conditions requises pour une bonne station astronomique.

Placé au point culminant de la vieille ville, au milieu de rues étroites et de maisons élevées, où les mouvements de l'air ascendant devaient donner lieu à des réfractions anormales exagérées, il se composait d'un corps de bâtisse unique, au sommet duquel

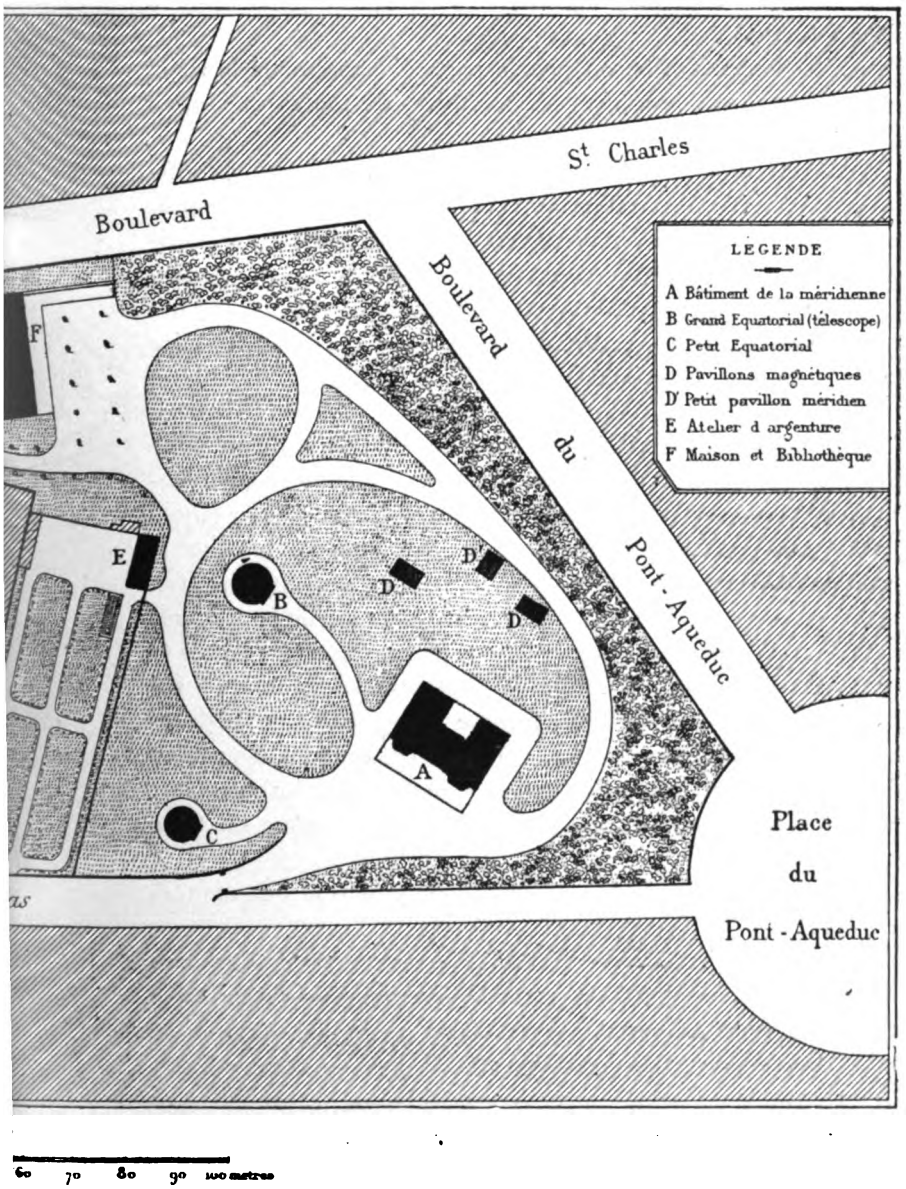
Digitized by Google

PLAN DE L'OBSERVA



Digitized by Google

DIRE DE MARSEILLE.



Digitized by Google

les instruments ne pouvaient avoir une stabilité suffisante. La plupart de ces appareils se trouvaient d'ailleurs ou en mauvais état ou de dimensions trop petites, eu égard aux exigences de la science actuelle.

Pour ces divers motifs, on prit le parti d'abandonner le vieux local et d'organiser le nouvel observatoire, de toutes pièces, au plateau de Longchamp.

Ce plateau, situé à la limite orientale de la ville, à une altitude de 75^m environ, confine au Sud à un jardin public, dont il est séparé par la rue Thomas (*voir* le plan); de l'Est au Nord-Ouest, il domine d'une grande hauteur les terrains avoisinants; du côté de l'Ouest seul, l'horizon peut être facilement masqué par des édifices établis dans le quadrilatère G. Le cas a failli se produire tout récemment : le terrain G vient d'être acquis par la ville et c'est là que doit être construite la nouvelle Faculté des Sciences; or, dans le projet primitif de la municipalité, figurait un vaste bâtiment, d'une longueur de près de 80^m, à quelques pas seulement des coupoles de l'équatorial et du télescope et pour lequel on avait cru pouvoir prélever une bande considérable sur le terrain de l'Observatoire. Les protestations du directeur ont fait modifier ce projet et le mal se trouve considérablement atténué; toutefois on doit regretter que la ville n'ait pas réservé l'espace G pour le développement éventuel de sa station astronomique. Un tel regret est d'autant plus justifié que la superficie de l'Observatoire n'est guère que de 16000^{mq}, surface dont les deux tiers seulement peuvent être utilisés pour y établir des instruments; les autres parties se trouvant en contre-bas ou même en talus très inclinés.

Commencés en 1862, les travaux de construction ont été terminés en 1878.

Établie comme succursale de Paris, la station de Longchamp n'était pas destinée d'abord à recevoir le matériel d'un observatoire complet. On ne se proposait pas d'y placer un cercle méridien de grandes dimensions. Les positions des étoiles de comparaison, utilisées dans les observations extra-méridiennes, devaient être déterminées à l'Observatoire central; mais la pratique ne tarda pas à montrer les inconvénients de ce système et amena la séparation des deux observatoires. L'autonomie de l'Observatoire de Marseille,

Digitized by Google

décrétée en mars 1872, devint effective à la suite d'un second décret du 13 février 1873.

Description de l'Observatoire. — L'Observatoire de Marseille comprend aujourd'hui :

1° Un bâtiment A (*voir* le plan) renfermant, au rez-de-chaussée, une salle méridienne centrale et quatre salles de travail. L'une de celles-ci, placée à l'angle Nord-Ouest, est surmontée du chercheur de comètes auquel on accède par un petit escalier intérieur;

2° La tour B du télescope;

3° La tour C de l'équatorial;

4° Un pavillon D' pour les instruments méridiens portatifs;

5° Deux pavillons magnétiques D;

6° Un pavillon E, où se trouve le laboratoire d'argenture pour le miroir du télescope;

7° La maison d'habitation, dont le rez-de-chaussée tout entier est réservé à la bibliothèque.

Le cercle méridien, installé depuis le milieu de l'année 1876, est identique à celui qui a été donné, à l'Observatoire de Paris, par M. Bischoffsheim ; son objectif, dont le diamètre est de $0^m,188$, a été exécuté par M. Martin ; la partie mécanique est de M. Eichens.

La longitude orientale du cercle (par rapport à la méridienne de Cassini) est égale à $12^m 13^s,62$;

Sa latitude nord est égale à $43° 18' 16''$.

Le chercheur, dont l'ouverture est de $0^m,182$, sort également des ateliers de M. Eichens. Il est monté équatorialement, avec cette particularité que l'axe de déclinaison est très voisin de l'oculaire, de telle sorte que celui-ci demeure toujours sur une sphère, de très petit rayon, ayant son centre au point d'intersection des deux axes, ce qui permet à l'observateur de balayer le ciel sans changer de place. L'équilibrage est obtenu au moyen de contrepoids et de pièces de renvoi convenablement disposés. L'instrument peut être dirigé vers tous les points du ciel, sauf une très petite zone à l'horizon Sud. Lorsque le temps est calme, l'emploi de cet instrument est extrêmement commode; malheureusement sa stabilité est très imparfaite, de telle sorte que le vent, lorsqu'il est un peu fort, imprime à la lunette des vibrations gênantes. Cet instrument a été mis en place en 1866.

La tour B du télescope de $0^m,80$ est surmontée d'une coupole

Digitized by Google

cylindrique en tôle dont l'ouverture est fermée par une porte verticale à deux battants et par une trappe horizontale unique.

Quant au télescope lui-même, il ne possède encore qu'une monture en bois. Quoique fort massive et d'une stabilité satisfaisante, cette monture équatoriale provisoire n'est pas susceptible d'un réglage parfait : les erreurs instrumentales varient beaucoup d'une position à une autre, d'où il résulte une grande perte de temps pour l'identification des petites étoiles de comparaison : il est donc vivement à désirer que cette monture soit remplacée par une autre en métal. Le télescope a été installé à Marseille en 1864.

La tour C de l'équatorial est disposée comme celle du télescope. Le pied de l'instrument, qui est entièrement métallique, est très analogue à celui de l'équatorial de la tour de l'Ouest, à Paris, et son exécution laisse peu à désirer. Le constructeur, M. Eichens, a adopté pour l'éclairage des fils, comme pour la lunette du cercle méridien, une disposition qui permet d'apercevoir ces fils, noirs sur fond éclairé, ou brillants sur fond noir. L'objectif est de M. Merz, de Munich et a $0^m,258$ de diamètre. L'installation de l'équatorial remonte à la fin de l'année 1872. Comme le télescope, cet instrument est pourvu d'un régulateur de Foucault.

Les appareils placés dans les pavillons D servent à la détermination de la déclinaison magnétique absolue et de ses variations et à celle de l'intensité.

Personnel. — Le personnel scientifique actuel se compose de six personnes, savoir :

MM. Stephan, astronome titulaire, directeur;
Borrelly, astronome adjoint;
Coggia, astronome adjoint;
Herse, élève-astronome;
Luerano, calculateur;
Maitre, calculateur.

Ce nombre d'observateurs est évidemment trop restreint, eu égard à celui des instruments.

Budget. — L'État et la ville contribuent aux dépenses annuelles de l'Observatoire par les subventions respectives suivantes :

Crédit législatif.....	16 100^{fr}
Allocation municipale.....	15 000
Total.....	31 100^{fr}

Digitized by Google

Il est aisé de comprendre qu'une somme aussi faible ne permet pas de donner à l'observatoire de Marseille toute l'activité dont il serait susceptible.

Travaux. — Les travaux habituels de l'observatoire sont divisés comme il suit :

1° Service méridien;
2° Observations exploratives au télescope, à l'équatorial et au chercheur;
3° Observations précises au télescope et à l'équatorial;
4° Observations météologiques et magnétiques.

Le service méridien comprend :

1° La détermination de l'heure et la comparaison des chronomètres apportés à l'Observatoire;
2° L'observation des étoiles de comparaison;
3° La revision du Catalogue de Rumker.

Dans la pensée de son fondateur le nouvel observatoire avait été surtout créé en vue des observations exploratives; aussi cette partie du travail a-t-elle été l'objet d'une sollicitude toute particulière.

Dès son arrivée à Marseille, en 1866, le directeur actuel, M. Stephan, s'était empressé d'organiser ce service : après avoir rencontré, au mois d'août de la même année, la planète (89), il confia la continuation des recherches de planètes et de comètes à ses jeunes assistants, MM. Borrelly et Coggia, qui montrèrent de bonne heure une aptitude remarquable pour ce genre de travaux, et se consacra depuis lors, avec une grande assiduité, à l'observation des nébuleuses.

Les résultats obtenus jusqu'ici sont les suivants :

18 planètes nouvelles, savoir :

Noms des planètes	Date de la découverte.	Auteurs.
(89) Julia	6 août 1866	Stephan.
(91) Égine	4 nov. 1866	Borrelly.
(96) Églé	17 fév. 1868	Coggia.
(99) Dike	28 mai 1868	Borrelly.
(110) Lydie	19 avril 1870	Borrelly.
(117) Lomia	12 sept. 1871	Borrelly.
(120) Lachésis	10 avril 1872	Borrelly.

Digitized by Google

Noms des planètes.	Date de la découverte.	Auteurs.
(146) Lucine	8 juin 1875	Borrelly.
(157) Déjanire	1er déc. 1875	Borrelly.
(171) Ophélie	13 janv. 1877	Borrelly.
(172) Baucis	5 févr. 1877	Borrelly.
(173) Ino	1 août 1877	Borrelly.
(181) Eucharis	2 févr. 1878	Cottenot.
(187) Lamberte	11 avril 1878	Coggia.
(193) Ambrosie	28 févr. 1879	Coggia.
(198) Ampelle	13 juin 1879	Borrelly.
(217) Eudore	30 août 1880	Coggia.
(233) Astéropose	11 mai 1883	Borrelly.

13 comètes nouvelles, savoir :

Noms des comètes.	Date de la découverte.	Auteurs.
I 1867	25 janv. 1867	Coggia.
II 1870	28 août 1870	Coggia
II 1873	29 juill. 1873	Borrelly.
III 1873	20 août 1873	Borrelly.
VII 1873	10 nov. 1873	Coggia.
IV 1874	25 juill. 1874	Borrelly.
V 1874	19 août 1874	Coggia.
VI 1874	6 déc. 1874	Borrelly.
I 1877	8 févr. 1877	Borrelly.
III 1877	14 avril 1877	Borrelly.
IV 1877	13 sept. 1877	Coggia.

De plus, un assez grand nombre de comètes périodiques ont été revues pour la première fois à Marseille.

Encke	8 nov. 1871.
Tempel	3 avril 1873.
Brorsen	1er sept. 1873.
Faye	3 sept. 1873.
Encke	27 janv. 1875.
D'Arrest	8 juill. 1877.

Le nombre des nébuleuses découvertes par M. Stephan est de 700 environ. Au moment de leur découverte, les positions de ces astres ne sont déterminées que d'une manière approximative, au

Digitized by Google

moyen des cercles de calage, pour permettre seulement de les retrouver plus tard sans difficulté : ils sont alors repris un à un et comparés à une étoile voisine, en ascension droite et en distance polaire, au moyen d'un micromètre à fils fins, avec le même soin que l'on apporte à l'observation des comètes. Les positions précises de 420 de ces nébuleuses ont été publiées, dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences;* une centaine d'autres paraîtront assez prochainement.

Les autres observations précises extra-méridiennes, au télescope et au chercheur, observations qui sont assez nombreuses, ont porté principalement sur les planètes et les comètes nouvellement trouvées, soit à Marseille, soit dans les autres observatoires.

Les observations météorologiques et magnétiques journalières sont faites de trois en trois heures, depuis 7^h du matin jusqu'à 10^h du soir; on y joint celles de 9^h du matin et de midi, pour continuer une ancienne série, et les deux observations réclamées pour le service international.

Elles embrassent la température et le degré d'humidité de l'air, la pression barométrique, la direction et la vitesse du vent, l'état du ciel, la pluie et la déclinaison de l'aiguille aimantée.

Outre ces travaux réguliers, l'Observatoire de Marseille a participé à plusieurs entreprises scientifiques :

En 1868, M. Stephan fut chargé d'organiser et de diriger l'expédition envoyée, par le Ministre de l'Instruction publique, dans la presqu'île de Malacca, pour y observer l'éclipse totale de Soleil, d'une durée exceptionnellement longue, du 18 août. Les résultats de cette expédition, à laquelle ont aussi participé MM. Tisserand, Rayet et Chabirand, lieutenant de vaisseau, ont été consignés dans un rapport au Ministre (*Archives des Missions scientifiques et littéraires*, 2e série, t. V) et dans une relation insérée dans les *Annales scientifiques de l'École Normale* (t. VII, année 1870).

Quelques années plus tard, M. Stephan, entreprit, au télescope, sous l'inspiration de M. Fizeau, une série d'expériences relatives aux diamètres apparents des étoiles. Après avoir passé en revue la plupart des étoiles visibles, à Marseille, depuis la 1re jusqu'à la 3e grandeur, il parvint à la conclusion que les diamètres apparents de toutes ces étoiles sont très inférieurs à $0'',16$ (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXVI et LXXVIII).

Digitized by Google

Enfin en 1874 et 1877, M. Stephan a déterminé, en collaboration avec M. Lœwy, membre de l'Institut, et M. le colonel Perrier, les différences de longitude entre Marseille et les trois villes de Paris, Alger et Lyon.

NOTE SUR L'ASPECT DE LA PLANÈTE SATURNE;

PAR MM. HENRY.

Pendant le mois de février dernier et le commencement de mars, quelques nuits se sont montrées d'une pureté exceptionnelle au point de vue de la bonne définition des astres observés au télescope.

Nous avons profité des meilleurs moments pour étudier, avec notre réfracteur de $0^m,38$, l'aspect des planètes principales; Saturne et ses anneaux ont en particulier attiré notre attention. Les images de cette planète ont été souvent d'une netteté remarquable, même avec des grossissements de plus de mille fois. Il a été possible de noter à plusieurs reprises des irrégularités sur la bande équatoriale.

En dehors des anneaux connus, nous avons constaté, autour de la séparation principale (division de Cassini), et à l'extérieur de cette division, l'existence d'un petit anneau brillant limité par un trait noir. Cet anneau, qui n'a pas été indiqué jusqu'ici, est bien visible; sa largeur est à peu près égale à la division de Cassini.

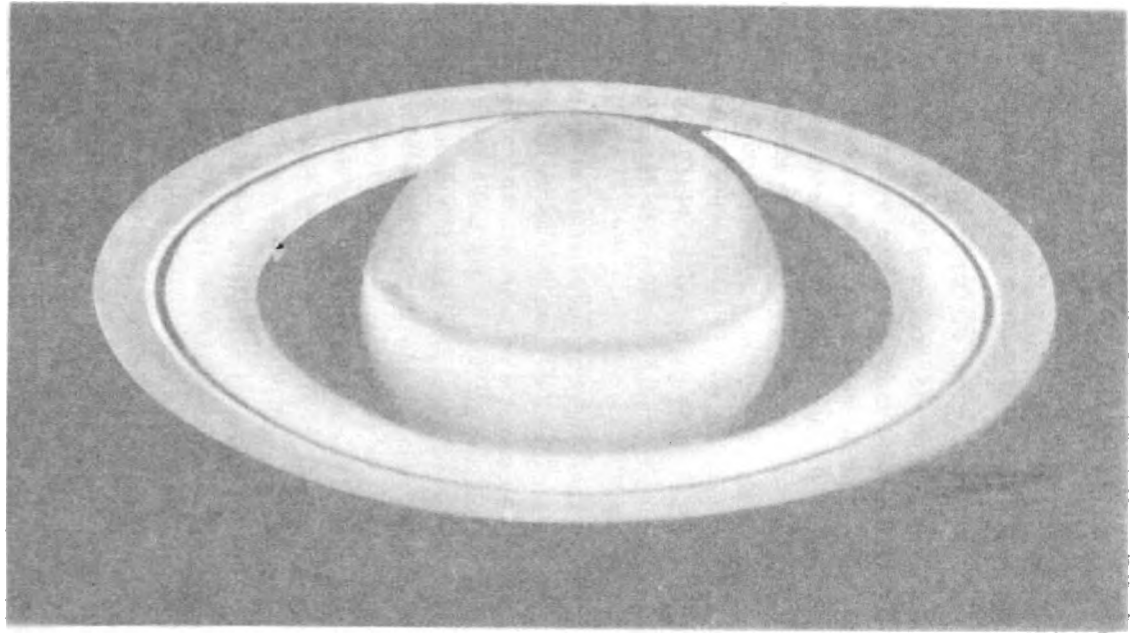
Mais le fait qui nous a le plus particulièrement frappés en observant Saturne, c'est la non-visibilité de la division de l'anse extérieure (division d'Encke). Cette division, indiquée par tous les observateurs qui ont publié des dessins de Saturne, a aujourd'hui complètement disparu.

Malgré des conditions de visibilité extrêmement favorables, il a été impossible d'apercevoir sur l'anneau extérieur autre chose que le petit anneau brillant indiqué précédemment.

Il serait intéressant de savoir si le même fait a été constaté par d'autres observateurs munis de puissants instruments. Nous recevrons avec empressement les communications qu'on voudra bien nous faire à ce sujet.

Digitized by Google

OBSERVATOIRE DE PARIS



Digitized by Google

Digitized by Google

OBSERVATOIRE DE PARIS

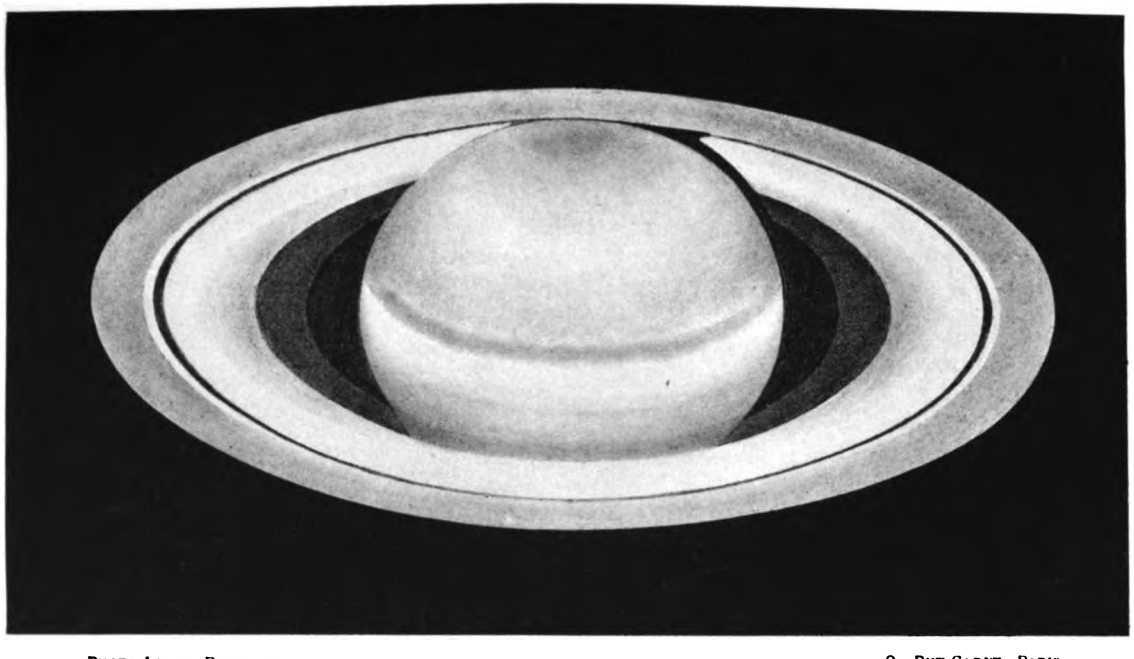


PHOTO-LITHO. BERTHAUD. 9, RUE CADET, PARIS.

ASPECT DE LA PLANÈTE SATURNE

Le 4 Mars 1884

REPRODUCTION D'UN DESSIN DE MM. HENRY & A. BOINOT

Digitized by Google

Digitized by Google

MESURES MICROMÉTRIQUES D'ÉTOILES DOUBLES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE NICE,

PAR M. PERROTIN.

3e SÉRIE (1).

Les étoiles appartiennent aux Catalogues de W. Struve (Σ) et d'Otto Struve (OΣ).

La première et la deuxième colonne contiennent la date et le temps sidéral; la troisième et la quatrième, l'angle de position et la distance; V et VI désignent des grossissements de 750 et 1000 fois environ; *a*, *b*, *c* indiquent respectively des conditions atmosphériques, bonnes, passables ou médiocres.

Σ 33 (A 8,0; B 8,2).

	h m	°	"		
1883,84	0. 0	26,1	2,69	V	*a*
1883,89	0.20	26,2	2,62	V	*b*
1883,865		26,15	2,655		

Σ 61 (A 6,0; B 6,2).

1883,83	23.30	116,7	4,38	V	*b*
1883,87	23.40	116,5	4,54	V	*b*
1883,850		116,60	4,460		

Σ 73 (A 6,2 jaune d'or; B 6,9 jaune d'or).

1883,83	23.45	0,7	1,31	VI	*b*
1883,87	23.55	2,5	1,27	VI	*c*
1883,89	0.30	1,4	1,23	V	*a*
1883,863		1,53	1,270		

Σ 79 (A 6,0; B 7,2).

1883,84	0.45	192,6	7,93	V	*b*
1883,91	0.38	192,9	7,75	V	*a*
1883,875		192,75	7,840		

Σ 88 (A 4,9 jaune verdâtre; B 5,2 jaune verdâtre).

1883,83	23.55	160,2	29,99	V	*b*
1883,87	0. 7	159,7	29,98	V	*b*
1883,89	0.41	159,6	30,02	V	*a*
1883,863		159,83	29,997		

(1) *Voir* les *Astronomische Nachrichten*, nos 2529 et 2559-60.

Digitized by Google

Σ 98 (A 7,2; B 8,6).

	h m	°	″		
1883,84	0. 7	248,0	19,57	V	*b*
1883,87	0.15	248,5	19,71	V	*b*
1883,855		248,25	19,640		

Σ 129 (A 8,5; B 9,1).

1883,89	0.50	283,3	8,89	V	*a*
1883,97	1.38	282,4	8,86	V	*a*
1883,930		282,85	8,875		

Σ 136 (A 7,0; B 8,3).

1883,89	1. 6	78,2	15,86	V	*b*
1883,91	1.25	78,4	16,01	V	*b*
1883,900		78,30	15,935		

Σ 141 (A 7,8; B 8,4).

1883,84	0.20	298,4	1,75	VI	*b*
1883,91	0.50	301,2	1,65	V	*b*
1883,875		299,80	1,700		

Σ 142 (A 8,0 orangé; B 8,4 orangé).

1883,89	1.17	331,0	17,16	V	*b*
1883,91	1.36	331,6	17,22	V	*b*
1883,900		331,30	17,190		

Σ 158 (A 8,5 jaune orangé; B 8,8 jaune orangé).

1883,84	0.30	256,5	1,95	VI	*b*
1883,91	1. 5	256,9	2,09	V	*b*
1883,875		256,70	2,020		

Σ 162 (A 6,7; B 7,6; C 9,0).

A et B.

1883,85	1.10	217,1	1,87	V	*b*
1883,91	0.20	217,3	1,87	V	*b*
1883,880		217,20	1,870		

A et C.

1883,85	1.20	178,8	20,55	V	*c*
1883,91	0.25	178,4	20,63	V	*b*
1883,880		178,60	20,590		

Digitized by Google

Σ 174 (A 6,2 jaune d'or; B 7,2 verdâtre).

	h m	°	"		
1883,84	1.35	167,1	2,74	VI	*b*
1883,84	0.58	167,4	2,63	V	*a*
1883,87	0.30	166,6	2,62	VI	*b*
1883,89	0.26	168,1	2,62	V	*a*
1883,97	1.48	167,9	2,58	V	*a*
1883,882		167,42	2,638		

Σ 179 (A 6,8 jaune; B 7,6 orangé).

1883,87	0.40	158,7	3,51	V	*b*
1883,89	1.35	159,7	3,59	V	*b*
1883,91	1.15	157,8	3,54	V	*b*
1883,890		158,73	3,547		

Σ 180 (A 4,5 verdâtre; B 4,6 verdâtre).

1883,84	2.15	358,4	8,46	V	*a*
1883,87	1.16	358,7	8,56	V	*b*
1883,89	1.51	358,7	8,44.	V	*a*
1883,867		358,60	8,487		

Σ 205 (γ Andromède; A 2,7 orangé; B et C 6,0 verte).

A et B.

1883,84	1.15	62,7	10,24	VI	*b*
1883,91	0. 0	62,5	10,26	VI	*b*
1883,875		62,60	10,250		

B et C.

1883,84	1. 8	101,4	0,37	VI	*b*
1883,91	0. 8	104,7	0,43	VI	*b*
1883,875		103,05	0,400		

Σ 208 (A 6,5; B 8,5).

1883,84	1.10	50,3	0,96	VI	*a*
1883,87	1.50	50,4	1,13	VI	*c*
1883,855		50,35	1,045		

Σ 227 (A 6,4 jaune d'or; B 7,4 jaune verdâtre).

1883,84	1.45	75,4	3,75	V	*a*
1883,87	0.50	74,8	3,73	V	*b*
1883,89	1.43	74,1	3,63	V	*a*
1883,97	1.58	75,1	3,66	V	*a*
1883,98	2.10	74,4	3,66	V	*c*
1883,910		74,76	3,686		

Digitized by Google

Σ 240 (A 7,7 jaune orangé; B 8,0 jaune orangé).

	h m	°	″		
1883,84	1.55	49,7	4,90	V	*a*
1883,87	0.58	48,4	4,81	V	*b*
1883,97	2. 5	48,8	4,83	V	*a*
1883,893		48,97	4,847		

Σ 244 (A 8,6; B 8,8).

1883,84	2. 5	287,9	4,40	V	*b*
1883,87	1. 6	287,5	4,55	V	*b*
1883,97	2.12	288,3	4,54	V	*a*
1883,893		287,90	4,497		

Σ 273 (A 7,7 orangé; B 8,3 orangé).

1883,84	2.10	358,9	7,11	V	*a*
1883,89	2. 0	358,9	6,91	V	*a*
1883,91	1.53	359,7	7,04	V	*b*
1883,880		359,17	7,020		

Σ 285 (A 7,2 jaune d'or; B 7,8 jaune d'or).

1883,84	2.40	172,2	1,80	VI	*a*
1883,87	2.10	171,8	1,90	V	*b*
1883,89	2. 6	170,1	1,78	V	*a*
1883,91	2. 2	171,0	1,87	V	*b*
1883,877		171,27	1,837		

Σ 289 (A 6,0 vert clair; B 8,8 jaune orangé).

1883,84	2.20	360,0	28,79	V	*a*
1883,87	2. 0	359,7	29,15	VI	*b*
1883,89	2.15	359,7	28,92	V	*a*
1883,91	2.22	360,1	28,78	V	*b*
1883,878		359,87	28,910		

Σ 292 (A 7,0; B 8,4).

1883,84	2.30	211,2	23,20	V	*a*
1883,91	2.12	210,7	23,30	V	*b*
1883,875		210,95	23,250		

Digitized by Google

Σ 295 (A 6,5 jaune; B 9,2 rouge).

1883,89	2.31 (h m)	324,9 (°)	4,69 (″)	V	*b*
1883,98	2.35	323,5	4,70	V	*b*
1883,935		324,20	4,695		

(*A suivre.*)

LA COMÈTE DE 1812 (PONS-BROOKS) DANS L'APPARITION DE 1883-1884 (¹);

Par MM. SCHULHOF et BOSSERT.

Dates.	Lieux d'observ.	T. m. de Berlin.	Æ géoc.	dÆ.	☾ géoc.	d☾	Étoile
			Octobre 1883.				
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
1.	Dresde.....	8.22.13	16.27.26,89	+0,30	+58.49.40,3	-2,0	6
1.	Marseille.....	8.55. 6	16.27.27,90	+0,67	+58.48.59,2	-25,2	16
1.	Alger.....	9.27.55	16.27.27,00	—0,86	+58.49. 1,1	— 5,4	6
1.	Paris.....	11.37. 6	16.27.30,44	+0,05	+58.47.54,5	— 1,8	34
1.	Padoue.....	14. 7.34	16.27,34,53	+1,18	+58.46.30,1	— 4,5	34
2.	Leipzig.....	7.33.22	16.27.54,82	—0,03	+58.37.15,9	+ 8,7	16
2.	Dresde.....	8.13.35	16.27.56,03	+0,31	+58.36.44,1	— 1,3	16
2.	Vienne.....	8.25.31	16.27.55,31	—0,67	+58,36.36,2	— 2,7	49
2.	Nice.....	8.28. 7	16.27.55,82	—0,21	+58.36.38,1	+ 0,5	49
2.	Nice.....	8.28. 7	16.27,55,97	—0.06	+58.36.39,6	+ 2,0	16
2.	Paris.....	11.12. 0	16.27.59,39	—0,16	+58.35.10,6	+ 1,8	16
2.	Padoue.....	13. 0.12	16.28. 2,91	+1,02	+58.44. 4,6	— 5,6	8
2.	Padoue.....	13. 0.12	16.28. 3,02	—1,13	+58.34. 7,3	— 2,9	16
2.	Padoue.....	13. 0.12	16.28. 1,79	—0,10	+58.34. 8,4	— 1,8	34
2.	Washington.....	13.31.56	16.28. 2,90	+0,32	+58.33.49,5	— 3,5	8
2.	Prague.....	14.50.24	16.28. 4,49	+0,19	+58.32.56,9	—13,6	8
2.	Washington.....	13.31.56	16.28. 2,86	+0,28	+58.33.50,1	— 2,8	16
3.	Nice.....	7.21.10	16.28.26,77	+0,07	+58.24.17,6	+ 2,6	16
3.	Milan.....	7.37.51	16.28.27,97	+0,89	+58.24. 4,5	— 1,5	16
3.	Vienne.....	8. 5.11	16.28.27,39	—0,33	+58.23.50,9	— 0,3	30
3.	Marseille.....	8. 6. 5	16.28.27,81	—0,06	+58.23.53,2	+ 2,4	16
3.	Dresde.....	8. 8.49	16.28.26,52	—1,29	+58.23.47,0	— 2,3	16
3.	Rome.....	10. 9.10	16.28.30,58	—0,05	+58.22.56,0	+11,7	59
4.	Tachkent.....	5. 6.27	16.28.56,29	—1,99	+58.12. 0,2	—31,5	30
4.	Alger.....	8.38.44	16.29. 2,12	—1,51	+58.10.34,6	— 2,9	27
5.	Milan Sch.....	7.26.37	16.29.39,51	—0,14	+57.58.23,0	— 1,0	33
5.	Milan St.....	8.27.49	16.29.41,23	—0,10	+57.57.44,3	— 6,9	33

(¹) Voir *Bulletin*, I. p. 24.

Digitized by Google

Dates.	Lieux d'observ.	T. m. de Berlin.	☉ géoc.	d☉.	☾ géoc.	d☾	Étoile.
			OCTOBRE. 1883.				
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
5.	Nice.....	8.36.10	16.29.41,14	—0,42	+57.57.46,3	— 0,4	33
5.	Nice.....	9. 7.28	16.29.42,22	—0,19	+57.57.32,2	+ 2,2	51
5.	Alger.....	9.12.18	16.29.41,13	—1,42	+57.57.30,0	+ 2,6	33
5.	Milan P.....	9.36. 2	16.29.46,64	+3,45	+57.57.15,0	+ 0,3	33
6.	Milan Sch.....	7.28.26	16.30.19,50	—0,90	+57.45.38,9	+ 4,7	38
6.	Nice.....	7.38.24	16.30.20,55	—0,14	+57.45.31,3	+ 2,4	48
6.	Helsingfors	8.12.20	16.30.21,78	+0,10	+57.45.12,9	+ 2,1	38
6.	Strasbourg.....	8.23.16	16.30.22,13	+0,13	+57.45. 5,8	+ 0,8	36
6.	Milan St.	8.28.32	16.30.21,24	—0,92	+57.45. 7,1	+ 4,9	38
6.	Paris.....	9.24.34	16.30.23,57	—0,23	+57.44.33,9	+ 1,5	38
6.	Milan P.....	9.39. 5	16.30.26,10	+1,87	+57.44.25,6	+ 1,9	38
6.	Marseille	9.56.49	16.30.24,31	—0,43	+57.44.18,2	+ 3,0	38
6.	Milan Sch	10.16.54	16.30.25,19	—0,15	+57.44. 7,8	+ 3,3	38
7.	Milan Sch	8. 4.19	16.31. 3,67	—1,35	+57.32.37,7	+ 7,6	55
7.	Milan P.....	9.28.55	16.31. 8,71	+1,04	+57.31.46,3	+ 1,2	55
7.	Strasbourg	10.31.31	16.31. 9,70	+0,06	+57.31.13,0	+ 0,9	24
7.	Milan Sch.....	10.44.19	16.31. 9,89	—0,15	+57.31. 6,6	+ 1,3	24
8.	Strasbourg	7.54.48	16.31.51,44	+0,34	+57.19.59,8	— 5,8	39
8.	Alger	9.31.40	16.31.55,02	+0,69	+57.18.59,2	— 3,7	47
8.	Paris.....	10.56.40	16.31.57,06	—0,09	+57.18.19,2	+ 1,1	47
8.	Washington	13.45. 9	16.32. 2,87	+0,06	+57.16.54,1	+ 4,8	47
9.	Strasbourg.....	8.34.24	16.32.41,86	+0,19	+57. 7. 0,3	+ 4,4	44
9.	Rome.....	9.47.11	16.32.43,74	—0,50	+57. 6.22,5	+ 4,8	47
9.	Washington.....	13.26.36	16.32.51,42	—0,58	+57. 4.19,8	— 3,0	47
10.	Helsingfors.....	8.35. 7	16.33.33,26	—0,47	+56.54.24,5	+ 2,0	45
10.	Washington.....	13.24.29	16.33.44,12	—0,39	+56.51.49,0	— 2,5	62
11.	Strasbourg.....	8.32.24	16.34.28,62	+0,21	+56.41.55,5	+ 0,6	54
11.	Washington.....	14. 0.24	16.34.40,49	—0,78	+56.38.56,3	— 8,9	20
17.	Kiel.....	6.50.57	16.40.51,47	+1,43	+55.29.28,2	+ 4,4	63
17.	Alger.....	7.18.45	16.40.53,02	+1,57	+55.29.13,2	+ 3,4	63
17.	Alger.....	9.46.57	16.40.59,68	+0,74	+55.28. 3,4	+ 7,8	63
18.	Strasbourg.....	8. 9.27	16.42. 8,44	+0,15	+55.16.48,5	+ 2,5	61
19.	Tachkent.....	5.35. 2	16.43.17,88	+1,15	+55. 5. 0,3	—68,0	64
19.	Washington.....	15. 5. 1	16.43.45,94	—1,93	+55. 1.21,3	— 5,4	65

Positions moyennes pour 1883,0 *des étoiles de comparaison.*

	α	δ		α	δ
	h m s	° ′ ″		h m s	° ′ ″
1	16.20.30,92	+60.18.47,0	6	16.23.22,79	+58.42.21,5
2	16.22. 9,40	+60.36.50,8	7	16.23.34,10	+59. 3.35,8
3	16.22.14,24	+61.57.47,4	8	16.24.50,90	+58.30.12,7
4	16.23.13,74	+60.34. 1,9	9	16.25.31,19	+59.43.51,6
5	16.23.18,39	—61.29. 4,9	10	16.25.32,85	+64. 0.16,8

Digitized by Google

	α	δ		α	δ
	h m s	° ′ ″		h m s	° ′ ″
11	16.25.37,04	+60.54.13,1	39	16.31. 4,54	+57.27.28,5
12	16.25.41,91	−59.37.33,8	40	16.31.27,56	+63. 5.50,5
13	16.25.41,97	+60. 8.35,1	41	16.31.46,27	+61.28.35,0
14	16.25.47,60	+60.13.49,2	42	16.31.58,48	+59.55. 9,7
15	16.26.20,46	+60. 2.15,1	43	16.32. 0,62	+63.38.47,8
16	16.26.23,36	+58.29.46,8	44	16.32. 7,80	+57. 9.14,4
17	16.26.25,72	+62.35.19,3	45	16.32.23,93	+56.43.41,4
18	16.26.29,60	+60.56.11,2	46	16.32.29,30	+64.27.25,4
19	16.26.30,58	+62.49.12,5	47	16.32.51,71	+57.10.33,1
20	16.26.35,17	+56.51.39,6	48	16.32.54,77	+57.39.14,4
21	16.26.58,97	+59. 0.56,3	49	16.32.56,65	+58.35.45,3
22	16.27.10,04	+62.48.59,6	50	16.33.28,81	+63.29.40,6
23	16.27.17,20	+63.14. 1,6	51	16.33.33,36	+58. 1. 9,8
24	16.27.18,26	+57.28.37,7	52	16.33.40,72	+64.10.23,7
25	16.27.25,73	−60.53.30,8	53	16.33.42,49	+63.25.20,8
26	16.28.22,36	−59.35.37,5	54	16.33.49,28	+56.40.28,9
27	16.28.23,27	+58. 8. 6,8	55	16.33.54,18	+57.33.58,4
28	16.28.38,24	+63. 2.59,9	56	16.34.51,30	+64. 8.33,8
29	16.28.45,91	−63.21.32,3	57	16.35. 3,38	+59.11.28,2
30	16.29.11,45	+58. 5.18,0	58	16.35.44,52	+63.18.29,7
31	16.29.15,33	+63.59.58,8	59	16.35.58,54	+58.26. 6,7
32	16.29.21,40	−63.49. 9,1	60	16.36.46,51	+56.43.33,9
33	16.29.26,76	+58. 0.46,8	61	16.37.38,54	+55.20.17,2
34	16.29.48,92	+58.46. 8,7	62	16.43. 4,80	+56.59.28,5
35	16.29.51,03	+63.46.48,9	63	16.43.13,36	+55.31.34,0
36	16.30. 1,36	+57.46.57,3	64	16.44.27,40	+55.37. 3,1
37	16.30. 3,09	+62.34.59,9	65	16.50.23,31	+54.56.17,4
38	16.30. 6,47	+57.44. 6,5			

Nota. — L'étoile de comparaison de Strasbourg, septemb. 21, n'est pas clairement indiquée; sa position pourrait être : $\text{Æ} = 16^h 24^m 27^s,17$; $\delta = +60° 58' 32'' 8$.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

ANNALES DE L'OBSERVATOIRE DE KIEW, t. I et II, 1879-1884, 236 et 240 p. Kiew, in-4°.

Le travail entrepris maintenant par l'Observatoire de Kiew a pour objet de déterminer la position de toutes les étoiles circompolaires jusqu'à 6° du pôle.

Digitized by Google

Le premier Volume, publié par M. le professeur Khandrikoff, directeur de l'Observatoire, contient la recherche de la position géographique de l'Observatoire et les préliminaires du travail exécuté à l'aide du cercle méridien par M. W. Fabritius, c'est-à-dire la détermination exacte du lieu des étoiles polaires.

L'Introduction (p. 95 à 134) commence par quelques remarques sur les travaux antérieurs : on possède plusieurs Catalogues d'étoiles polaires, ceux de Lalande (publié par Fedorenko), Groombridge, Schwerd, Carrington; mais ils n'ont pas été faits tous dans des conditions réellement satisfaisantes, et il paraît désirable de reprendre le travail d'après un plan systématique et avec un instrument spécialement disposé en vue des observations. A l'exemple de Carrington, M. Fabritius rapporte les observations à un groupe de trente étoiles fondamentales (Carrington en avait choisi 20), le nombre des étoiles à cataloguer est moindre que pour Carrington, mais chacune d'elles est observée plus souvent, en faisant usage dans le cas des ascensions droites de fils fixes et d'un fil mobile, de manière à avoir dans chaque culmination au moins cinq passages, et chaque étoile est prise deux fois à sa culmination supérieure et deux fois à sa culmination inférieure; il serait d'ailleurs désirable de combiner un grand nombre d'observations effectuées par différents astronomes afin d'éliminer les équations personnelles parfois très sensibles pour les polaires. Les positions des trente étoiles fondamentales ne sont pas données seulement par leurs ascensions droites et déclinaisons; il est plus commode de considérer les coordonnées rectilignes de ces étoiles dans le plan tangent au pôle à la sphère céleste :

$$x = \cos\delta \cos\alpha \; 206265'',$$
$$y = \cos\delta \sin\alpha \; 206265'';$$

les précessions en x et en y, ainsi que les variations séculaires, sont ajoutées.

Dans le § III, il est question du réticule et de l'appareil micrométrique. De part et d'autre du fil milieu se trouvent deux fils fixés à une distance de 2^s. La vis micrométrique mène un système de trois fils, ce qui fournit un excellent moyen pour la recherche des distances des fils fixes exprimées en révolutions de la vis micrométrique, et permet d'étudier les erreurs systématiques de la vis elle-même. La valeur d'une révolution en temps est ensuite obtenue au moyen des observations de la Polaire.

L'étude de la forme des tourillons (§ IV) ne présente pas une importance extrême dans la présente recherche ; on a vérifié qu'il n'y avait pas d'inégalités notables. L'instrument, bien que susceptible d'être retourné, a été laissé dans la même position. On aurait pu, à l'exemple de Car-

Digitized by Google

rington, négliger les résultats des nivellements en rapportant toutes les observations aux étoiles fondamentales, mais M. Fabritius observe avec raison que, les variations de l'inclinaison étant probablement plus sensible que les variations de l'azimut, il convient de calculer à part l'influence de l'inclinaison et celle de l'azimut. La détermination de la collimation (§ V) s'effectue au moyen de deux collimateurs au nord et au sud.

Le calcul de l'azimut au moyen des étoiles polaires (§ VI) a donné lieu à des anomalies qui s'étaient déjà présentées à Carrington : les culminations supérieures ou inférieures d'une certaine époque, comparées entre elles, s'accordent d'une manière bien satisfaisante, tandis que les corrections des ascensions droites, calculées d'après la combinaison des culminations supérieures et inférieures, donnent des résultats bien différents pour les diverses époques; ce qui semblerait indiquer une variation diurne dans l'azimut. Provisoirement on a admis les ascensions droites et distances polaires de α et λ Petite Ourse données par le Catalogue de Poulkova, et les valeurs de n reposent ainsi sur ces deux seules étoiles. On espère tirer parti des observations d'une étoile plus rapprochée du pôle et distante de 5′ seulement.

Le calcul du lieu apparent des étoiles polaires est simplifié dans le § VII, et dans le dernier paragraphe on indique la disposition des tableaux d'observation et des réductions. On a séparé ici le calcul de l'influence de la collimation et le terme en $n \tang \delta$, tandis que Carrington les groupe ensemble avec autant d'avantage.

Le second volume, récemment publié, contient la suite des observations faites au cercle méridien par M. W. Fabritius. La série des observations est achevée, et on espère donner bientôt un Catalogue de 560 étoiles dont les positions auront sans doute plus de précision que les observations de zones. L'Introduction (p. 1 à 56) contient (§§ II et III) les positions moyennes des étoiles du futur Catalogue calculées pour 1880,0 d'après Carrington et les formules abrégées pour le calcul du lieu apparent; on y donne aussi les corrections provisoires des trente étoiles fondamentales, tant en ascension droite qu'en distance polaire. Quelques remarques sur le parti à tirer des observations de la *polarissime* sont particulièrement intéressantes [1]; elles suggèrent l'idée de procédés pour la détermination absolue des étoiles polaires, et on sait que l'attention des astronomes a été récemment attirée vers la même question par les Communications de M. Lœwy à l'Académie des Sciences. M. W. Fabritius a effectué plusieurs centaines d'observations de la *polarissime* (p. 148 à 157), et ajouté les

[1] Voir *Astronomische Nachrichten*, n° 2271.

Digitized by Google

différences des coordonnées rectangulaires dans le sens observation-calcul, en adoptant la position de Carrington ; ces différences permettront de former des équations de condition et de corriger les coordonnées approximatives.

Dans les paragraphes suivants, où il est question de la réduction des observations, on voit que le travail de Carrington est pris pour guide et suivi de plus près que dans la première série d'observations; la détermination de *n* et celle du lieu du pôle sont déduites des observations des trente polaires fondamentales; les mesures faites sur la *polarissime* ne sont pas encore utilisées.

Le Volume est complété par les observations de zones faites au cercle méridien de l'Observatoire de Moscou par le professeur M. Khandrikoff.

O. CALLANDREAU.

MONTHLY NOTICES.

N° 3; janvier 1884.

Stone (*E.-J.*). — Sur le changement de l'unité de temps.

M. Stone indique en terminant l'explication des difficultés qu'on rencontre. (Voir *Bulletin*, I, p. 91.)

Stone (*E.-J.*). — Note sur le Mémoire du professeur Adams, publié dans les *Monthly Notices* de décembre 1883.

Après diverses remarques sur les Communications de M. Adams et de M. Cayley, M. Stone appelle l'attention sur les avantages de la méthode qu'il a proposée, de conserver la longitude moyenne du Soleil et la direction du méridien dans l'espace quand on change d'unité de temps. (Voir *Bulletin*, I, p. 91.)

Adams (*J.-C.*). — Remarques sur la Note du major général Tennant : « Sur le changement dans l'unité de temps adoptée ».

M. Adams montre qu'en traduisant en nombres les remarques du major général Tennant, on arrive à la même conclusion que lui et non à celle de M. Stone.

Cayley (*A.*). — Note additionnelle sur le changement de l'unité de temps.

M. Stone, si je le comprends bien, dit M. Cayley, prétend qu'au même moment les deux points (le Soleil moyen d'après Bessel et le Soleil

Digitized by Google

moyen d'après Hansen) coïncident. S'il en est ainsi, il me semble que la formule de Hansen doit être une simple transformation analytique de celle de Bessel, et la question se poserait alors : pourquoi faire un changement? Je prétends au contraire que les deux points ne coïncident pas; et, comme preuve, je montre que, dans cette supposition, nous obtiendrions deux valeurs discordantes pour la durée de la rotation de la Terre.

Pratt (*H.*). — Les bandes de Saturne.

M. Pratt décrit l'apparence de Saturne; les remarques de M. Pratt ont fait le sujet d'une discussion intéressante au sein de la Société astronomique. (Voir *Bulletin,* I, p. 96.)

Willis (*G.-H.*). — Note accompagnant un dessin de la grande comète *b*, 1882.

Finlay (*W.-H.*). — Observations de la comète III, 1882 (Barnard).

Trois observations faites les 3, 5 et 7 décembre 1882, à Aberdeen Road (Afrique australe).

Bryant (*R.*). — Les éléments de l'orbite de la comète *a*, 1883 (Brooks-Swift).

D'une observation de Cambridge (Angleterre) (mars 3) et de deux observations de Paris (mars 23 et avril 12), l'auteur a déduit des éléments paraboliques. La représentation du lieu moyen, dans le sens observation-calcul, donne

$$\Delta\alpha \cos\beta = +34'',1, \quad \Delta\beta = +74'',0.$$

Denning (*W.-F.*). — L'essaim de la comète de Pons.

Le point radiant pour l'essaim de la comète de Pons (1812) est à 200° et +68°,5, décembre 6 : la vitesse des météores serait d'environ 60^{km} par seconde [1]. Mais la comète, en traversant l'écliptique, est si éloignée de la Terre que la possibilité d'une rencontre avec des fragments météoriques est bien douteuse.

M. Denning mentionne quelques observations de météores correspondant presque au même point radiant; mais il convient d'y voir de faibles courants qui existent dans toutes les régions du ciel.

---

[1] *British Association Report on luminous meteors,* 1875, p. 234.

Digitized by Google

Maunder et Nash. — Résultats spectroscopiques pour le mouvement des étoiles, suivant le rayon visuel, obtenus à l'Observatoire Royal de Greenwich, dans l'année 1883. (Communiqués par l'Astronome Royal.)

Suite des résultats contenus dans les *Monthly Notices*, t. XXXVI, à XLIII.

Observations des occultations des étoiles par la Lune et des phénomènes des satellites de Jupiter, faites à l'Observatoire Royal de Greenwich, dans l'année 1883. (Communiqués par l'Astronome Royal.)

Inwards (*R.*). — Projet d'un siège d'observation pour l'instrument des passages.

Il consiste en trois parties mobiles : le siège, le dos et une contre-fiche attachée à une charnière vissée dans le plancher. Le siège est élevé ou abaissé à l'aide des crans d'une crémaillère qui se trouve sur le dos du siège.

Tebbut (*J.*). — Sur la latitude de l'Observatoire de Windsor, Nouvelle-Galles du Sud.

La latitude 33°36′30″,8 australe a été déterminée par un grand nombre d'observations, à l'aide d'un instrument de 3 pouces situé dans le premier vertical.

Marth (*A.*). — Note sur une Communication de M. Lœwy relative à la flexion; avec quelques remarques sur les méthodes proposées par M. Houzeau et M. Schaeberle.

Dans cette Note étendue, l'auteur discute les objections faites par M. Lœwy à un appareil imaginé par lui pour évaluer la flexion. M. Marth adresse de son côté plusieurs critiques au procédé de M. Lœwy; mais elles ne paraissent pas concerner les points essentiels du travail.

Des expériences faites à Greenwich en 1850, dans lesquelles on mesurait la somme des flexions des deux parties du tube au moyen d'une lentille, placée près du cube central (*Greenwich Observations*, 1852), auraient suggéré à M. Marth de comparer l'image d'un trait tracé près du centre optique de l'objectif avec l'image des fils réfléchis par un miroir fixé dans le cube central. M. Marth entre ensuite dans le détail des difficultés qui se présentaient pour la construction d'un appareil composé d'un objectif et d'un miroir, il analyse les effets des mouvements de translation et de rotation des différentes pièces de l'appareil et les moyens qui permettent d'en rendre les résultats indépendants.

Digitized by Google

Après avoir parlé de l'étude des flexions, M. Marth dit quelques mots de l'étude des tourillons. Il rappelle que leur étude, au moyen de microscopes micrométriques montés sur des piliers, a été essayée d'abord par Taylor, à Madras, il y a un demi-siècle.

Le procédé de M. Houzeau, consistant à observer l'image des fils réfléchis sur un miroir plan, placé en avant de l'objectif, donnerait la somme des flexions pour les deux moitiés du tube; on peut dire la même chose de l'idée de M. Schaeberle (*American journal of Science*, 1882, p. 374).

Il paraît que Secchi avait déjà mis en pratique le procédé de M. Houzeau. On pourra consulter à ce sujet le *Cosmos* de 1854. Les recherches de M. Porro, relatives à la détermination de la flexion, se trouvent dans les *Comptes rendus*, t. XXXVII et XXXVIII.

THE OBSERVATORY.

Tome VII; Mars 1884.

Réunion annuelle de la Société Royale astronomique, le 8 février.

Après la lecture du rapport sur l'état des finances de la Société, M. Glaisher, l'un des secrétaires, donne les noms des membres décédés pendant l'année. Les principaux Mémoires reçus sont ensuite passés rapidement en revue.

Le Président, M. Stone, annonce alors que la médaille d'or de la Société est décernée à M. Common pour ses photographies célestes.

C'est en 1879, après cinq ans d'efforts et d'essais, que M. Common se trouva en possession d'un miroir de 3 pieds de diamètre. L'instrument est décrit dans le tome XLVI des *Mémoires*. Il a été utilisé pour l'observation des satellites de Saturne et de Mars, mais il est principalement consacré à la photographie. Un premier essai, en 1880, ne réussit pas. Alors on améliora le mouvement d'horlogerie, et on fit usage de plaques plus sensibles; un fil placé dans le champ permit de conserver la position de l'instrument, relativement aux étoiles, pendant un temps très long (jusqu'à une heure et demie), et ainsi M. Common put obtenir, en 1881, la première photographie d'une comète (comète *b*); en 1882 et 1883, de magnifiques photographies de la nébuleuse d'Orion, auxquelles ont été ajoutées depuis de belles photographies de Jupiter et de Saturne; plus récemment, M. Common s'est appliqué à obtenir la photographie des étoiles faibles, nouveau champ d'investigations que M. Pickering a cultivé de son côté.

Digitized by Google

En terminant, M. Stone fait heureusement ressortir la situation avantageuse dans laquelle se trouvent les astronomes amateurs qui ont des instruments suffisamment puissants; ils n'ont rien à envier aux astronomes de profession. La séance est ensuite employée à la réélection des membres du bureau; M. E. Dunkin est choisi comme président.

Réunion de la Société astronomique de Liverpool.

Essais de photographie des étoiles et des nébuleuses; par M. Isaac Roberts. Nouvelle théorie de la formation de la Lune, par M. Peal, qui attribuerait quelques accidents de la surface, dont ne peut rendre compte l'hypothèse volcanique, à une vapeur, à une espèce de neige.

Remarques sur la comète Pons-Brooks; par M. Stanlay Williams. Points radiants dans la Mouche, le Taureau et le Bélier; par M. H. Corder. Sur la combinaison des observations d'une étoile variable; par M. H. Gage.

Denning (*W.-F.*). — La tache rouge sur Jupiter.

Observation, en janvier et février, de modifications dans les bords de la tache rouge; elle paraît éprouver des vicissitudes qui rendent son existence précaire. Un dessin est ajouté aux descriptions de M. Denning.

Maxwell Hall. — Neptune.

Quelques observations, en décembre et en janvier, donnent à penser que l'éclat de Neptune est variable; l'auteur indique une grandeur pour l'étendue de la variation de l'éclat, avec une période de $7^h 55^m$. Les observations auraient besoin d'être contrôlées.

Correspondance et Notes.

Holden (*E.-S.*) et *Kirk* (*E.-B.*). — La bande étroite sur Saturne.

Une communication de M. Ranyard à la Société Royale a appelé l'attention sur la figure de Saturne. M. Holden communique ses Notes d'observation avec un dessin : la large bande équatoriale est comme bordée par deux raies sombres larges de 1″ à 2″; la division de l'anneau extérieur est seulement visible aux deux extrémités; l'ombre du corps de Saturne sur l'anneau est plus marquée à l'ouest, et on a observé une petite dentelure près de la division de Cassini.

Apparences diverses de la comète b (*Pons-Brooks*).

Remarques extraites d'un article de M. Perrotin, *Comptes rendus*, t. XCVIII, n° 4.

Digitized by Google

Pechüle. — L'expédition danoise pour l'observation du passage de Vénus.

L'expédition danoise, qui devait à l'origine s'établir dans l'île Saint-Thomas, choisit comme station Bülowsminde, dans l'île Sainte-Croix, pour ne pas faire double emploi avec une mission brésilienne déjà fixée à Saint-Thomas. M. Pechüle était assisté par M. Hovgaard. Au moment du contact interne, il y eut des nuages; mais on vit distinctement une auréole très sensible autour de la planète, en dehors du Soleil. M. Pechüle a pu se livrer à un examen spectroscopique des étoiles australes visibles à Sainte-Croix, et en particulier des étoiles rouges des Catalogues de Birmingham et Schjellerup. L'étude de la distribution des étoiles rouges dans l'hémisphère austral montre que leur nombre augmente, à mesure qu'on s'approche de la voie lactée, et il augmente plus rapidement que pour les autres étoiles.

Abney (*A.*). — Longueurs d'onde de A, *a* et de quelques lignes importantes dans l'infra-rouge.

Remarques sur quelques-unes des déterminations de M. Fievez.

Davidson. — L'anneau sombre de Saturne.

Grâce à des circonstances atmosphériques exceptionnellement favorables, l'auteur a pu voir très nettement, avec une lunette de 6P,4, tous les détails des anneaux; il a constaté à plusieurs reprises que l'anse de l'anneau sombre tournée vers l'ouest était plus brillante que l'anse orientale.

THE SIDEREAL MESSENGER.

Tome III; Février 1884.

Wilson (*H.-C.*). — Le noyau de la grande comète de 1882.

Les mesures ont été faites avec un équatorial de 11 pouces. Quatre centres de condensation ont été principalement étudiés : les mesures sont relatives aux distances mutuelles et aux angles de position des noyaux pris deux à deux, l'angle de position de l'ensemble du noyau a été également déterminé; en tout, plus de quarante déterminations. Dans les tableaux des mesures, M. Wilson a donné les différences entre les angles de position mesurés et l'angle de position correspondant au prolongement du rayon vecteur de la comète, puis ces différences rapportées au plan de l'orbite. On est alors amené à penser que les diverses parties du noyau se trouvaient dans ce plan; leurs écarts mutuels ont été en augmentant à peu près uniformément.

Digitized by Google

Kirkwood (*D.*). — La zone des astéroïdes et l'anneau de Saturne.

L'auteur revendique l'explication qui assigne comme cause physique des lacunes dans l'anneau des astéroïdes et des divisions de l'anneau de Saturne la commensurabilité approchée des temps de révolution de Jupiter et des astéroïdes ou des satellites de Saturne et des particules de l'anneau. M. W. Meyer a noté plusieurs coïncidences de ce genre dans le cas de l'anneau de Saturne.

Newton M. Mann. — Simple micromètre.

Ce micromètre, qui ne prétend pas à une grande précision, est la réalisation d'une idée de Sir W. Herschel. On peut comparer les étoiles que voit l'œil placé à la lunette à des objets que l'œil laissé libre a devant lui; de la même manière, les micrographes se servent souvent d'un œil pour regarder et de l'autre œil pour dessiner.

Insch (*C.-W.*). — Minima d'Algol pour 1884.

L'éditeur; Langley (*S.-P.*). — Les couchers de Soleil.

M. Barnard a observé de nouveau de nombreuses particules brillantes dans le voisinage du Soleil. Le professeur D. Kirkwood admet que la lumière zodiacale n'y est pas étrangère. D'un autre côté, M. H. A. Newton, de Yale College, bien connu par ses études sur les météores, préfère l'hypothèse volcanique à l'hypothèse cosmique.

M. Langley, dans l'article qui suit, rapporte les phénomènes qu'il a observés au sommet de l'Etna et du mont Whitney; la terre a dû être, suivant lui, entourée d'une immense couche de poussière.

Notes de l'éditeur.

M. Swift, Warner Observatory, a trouvé (29 déc.) une queue secondaire à la comète Pons-Brooks, étroite comme la queue principale, de 3° environ de longueur et très faible.

M. Barnard : observations à l'œil nu de la comète Pons-Brooks et des étoiles voisines.

Le professeur R. Grant, directeur de l'Observatoire de Glasgow, vient de publier un Catalogue de 6415 étoiles observées de 1860 à 1881. La Société Royale a contribué largement aux frais d'impression de cette œuvre considérable. Il en sera rendu compte prochainement.

O. C.

Digitized by Google

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, nos 2574-2580.

Bohlin (*Kurt*). — Observations des planètes Victoria et Sapho, faites à Upsal, d'après la méthode proposée par M. Gill.

La série s'étend du 4 août au 8 octobre 1882. Les différences de déclinaison ont été mesurées avec le micromètre filaire du réfracteur de 9 pouces, en suivant d'aussi près que le permettait la nature de l'instrument, les prescriptions formulées dans la circulaire de M. Gill.

Zelbr (*Karl*). — Remarques sur le problème du plus court crépuscule.

Il y a plus de trente ans, H. d'Arrest a donné (*A. N.*, 1085) un résumé assez complet des travaux concernant le problème du plus court crépuscule; il a oublié un Mémoire de Fuss, publié dans l'*Annuaire* de Bode (1787), et la solution graphique de Monge, exposée par Hachette (*Correspondance sur l'École Polytechnique*, n° V, 1806). C'est cette solution que M. Zelbr met sous les yeux du lecteur. Il profite de l'occasion pour rectifier une remarque de D'Arrest relative au même problème et une équation contenue dans un travail du même auteur sur les lignes d'égale précession en ascension droite (*A. N.*, 967).

Klein (*Hermann-J.*). — Observations de l'anneau de Saturne.

M. Klein a été étonné de voir très souvent la bande de Cassini à peine indiquée dans la partie antérieure de l'anneau, là où elle se projette sur la planète. On sait que les dessins faits à l'aide d'instruments très puissants montrent la bande en question comme étant partout d'un noir uniforme.

Galle (*J.-G.*). — Lettre à l'éditeur.

Dans sa thèse de doctorat, M. Kremser, ancien astronome adjoint à l'Observatoire de Breslau, a donné de nouveaux éléments de la comète 1879, II, fondés sur l'ensemble des observations connues.

$$\begin{aligned} T &= \text{avril } 27,459718 \text{ t. m. de Berlin,} \\ \pi &= 49^\circ 30' \; 2'',8 \text{ Equin. m. } 1879,0, \\ \Omega &= 45^\circ 45' 39'',5, \\ i &= 107^\circ \; 2' \; 3'',4, \\ \log q &= 9,952573. \end{aligned}$$

La trajectoire apparente de cette comète a offert cette particularité curieuse, qu'elle a passé à quelques secondes seulement du pôle; c'est ce qui a permis d'utiliser, pour le calcul des éphémérides, une méthode spéciale imaginée par M. d'Oppolzer.

Digitized by Google

Gonessiat, Becker, Abetti, Schultz. — Observations de la comète Pons-Brooks, faites à Lyon, à Gotha, à Padoue, à Upsal.

Hepperger (J.). — Détermination de la force répulsive par l'observation de points situés dans l'axe de la queue d'une comète.

L'auteur donne un résumé de ses recherches sur la matière, présentées à l'Académie des Sciences de Vienne au mois de décembre dernier. Il suppose que l'axe de la queue se compose de particules qui ont quitté le noyau avec une vitesse relative nulle et continuent de se mouvoir dans le plan de l'orbite cométaire sous l'influence d'une attraction diminuée μ (qui est la différence de l'attraction 1 et de la force répulsive $1-\mu$). L'orbite d'une particule libre est donc tangente à celle de la comète, au point (r, v) que celle-ci occupait au moment de la séparation. En formant les intégrales des aires et des forces vives, on voit : 1° que la vitesse aréolaire de la particule est constante et, par suite, égale à celle du noyau $(\sqrt{2q})$; 2° que la constante h des forces vives dépend du rayon vecteur initial r :

$$h+\frac{\mu}{r}=\frac{1}{r}, \qquad \text{d'où} \quad h=\frac{1-\mu}{r}.$$

On trouve ainsi

$$\frac{q}{r}=\cos^2\frac{1}{2}v, \quad \frac{q}{\rho}=\cos^2\frac{1}{2}w-(1-\mu)\sin^2\frac{1}{2}(w-v),$$

r, v étant les valeurs initiales des coordonnées polaires ρ, w. Nous ajouterons que l'orbite de la particule libre est une hyperbole dont les éléments a, p sont donnés par les relations

$$2a=\frac{\mu r}{1-\mu}, \quad p\mu=2q.$$

On trouve le second foyer en menant du point (r, v) une parallèle à l'axe de la parabole, jusqu'à une distance égale à $\frac{r}{1-\mu}$.

L'équation de l'hyperbole donne v en fonction des coordonnées ρ, w, qui sont fournies par l'observation. En outre, les équations des deux orbites permettent d'exprimer le temps écoulé depuis la séparation, d'une part en fonction des angles v, w, et de l'autre en fonction de v, V, où V est l'anomalie actuelle de la comète; on a donc une relation entre v, w, V, et par suite entre les quantités données ρ, w, V, dans laquelle figure le paramètre inconnu μ; elle fournit le moyen de déterminer μ par tâtonnement. Le calcul est facilité par des développements qui conduisent à des formules d'approximation assez simples. En appliquant ses formules à la comète 1874, III, M. d'Hepperger trouve, en moyenne, $1-\mu=0{,}923$.

Digitized by Google

Schulhof et *Bossert*. — Éphéméride de la comète Pons-Brooks.

Krueger (*A.*). — Mort de J.-F. Julius Schmidt.

J. Schmidt était né à Eutin, le 26 octobre 1825; il est mort subitement, à Athènes, le 7 février dernier. La Science perd en lui un observateur infatigable et consciencieux. Avant d'être appelé à la direction de l'Observatoire d'Athènes (1858), il avait dirigé pendant quelques années celui d'Olmutz; il avait fait son apprentissage à Bonn, de 1846 à 1853. En dehors des nombreuses observations déjà publiées, il laisse de riches matériaux concernant les nébuleuses, les étoiles variables, les surfaces des planètes, les taches solaires, les comètes, les bolides, etc., qui sont déposés dans les archives de l'Observatoire de Potsdam. Les dessins originaux qui ont été utilisés pour sa belle carte de la Lune se trouvent à l'Observatoire de Berlin.

Schmidt (*J.-F.-J.*). — Étoiles variables, observées à Athènes en 1883.

Franz, Pomerantzeff, Bruns, de Ball. — Observations de la comète Pons-Brooks, faites à Kœnigsberg, à Tachkent, à Leipzig, à Gotha.

Pechüle (*C.-J.*). — Remarques sur l'étoile DM. + 16°,394.

Cette étoile, qui a été observée à Bonn en 1856, par $3^h 0^m 48^s,5$ et + 16° 56′,1, n'a pu être retrouvée. D'après les remarques de M. Schoenfeld et de M. Kreutz, que l'on trouve à la suite de la communication de M. Pechüle, il s'agit probablement d'une étoile dont la déclinaison a été inexactement notée.

Muller (*G.*). — Observations photométriques de la comète Pons-Brooks.

M. Muller s'est servi d'un photomètre Zœllner, d'une construction perfectionnée. La comète était comparée à une nébuleuse artificielle, obtenue au moyen d'un verre opaque, aminci graduellement des bords vers le centre, où l'épaisseur n'est plus que de $0^{mm},3$. Comme moyen de contrôle, on employait l'observation d'une petite nébuleuse globulaire, à laquelle la comète se trouve ainsi rapportée indirectement. En traçant la courbe des variations d'éclat, on remarque une augmentation assez brusque, le 27 et le 29 novembre; mais le mauvais temps n'a pas permis de reprendre les observations avant le 18 décembre. Le 1er janvier, s'est manifesté le maximum qui a été constaté par beaucoup de témoins.

Digitized by Google

Afin de comparer les intensités observées à celles que donne l'éphéméride de MM. Schulhof et Bossert, M. Muller a fait coïncider les deux courbes pour le 10 novembre, en ajoutant le nombre constant 8, 384 aux logarithmes fournis par l'éphéméride. L'accord très frappant du calcul et de l'observation semble prouver que la lumière de comète (il s'agit ici du noyau et des régions immédiatement voisines) n'était guère que de la lumière réfléchie. Les faibles écarts qui se constatent en janvier pourraient être mis sur le compte des erreurs d'observation. Voici d'ailleurs les nombres en question :

	Calcul.	Obs.		Calcul.	Obs.
Nov. 10.....	9,19	9,19	Déc. 15.....	9,94	9,98
15.....	9,28	9,28	20.....	0,07	0,12
20.....	9,37	9,37	25.....	0,20	0,26
25.....	9,47	9,47	30.....	0,31	0,40
30.....	9,58	9,59	Janv. 4.....	0,40	0,53
Déc. 5.....	9,70	9,72	9.....	0,45	0,62
10.....	9,82	9,85	14.....	0,46	0,67

Ce qui paraît plus difficile à expliquer, ce sont les éruptions lumineuses du 22 septembre, du 28 novembre et du 1er janvier (intervalles, 67 et 34 jours). Les phénomènes de cette nature mériteraient certainement de fixer l'attention des astronomes.

Konkoly (*N. de*). — Observations spectroscopiques de la même comète.

Les observations ont été faites par M. de Konkoly et M. de Kövesligethy, avec une série de spectroscopes de dimensions différentes, dont les plus puissants montraient jusqu'à dix lignes, formant six groupes.

Le spectre continu était parfois d'une remarquable intensité. On a fait aussi quelques expériences, avec des gaz raréfiés (pressions comprises entre 40^{mm} et 120^{mm}). L'éthylène (C^2H^4) a donné le spectre ordinaire des comètes, le méthyle (C^2H^6) plus spécialement celui de la comète Pons-Brooks, quand la pression était de 56^{mm}. Des pressions de cet ordre n'ont rien d'incompatible avec ce que nous savons de la constitution des comètes, et de la faiblesse de leur masse.

Ellery (*R.*) — Observations de la comète Ross.

Cette comète a été découverte, le 7 janvier dernier, par M. David Ross, astronome amateur, à Elsternwick, près Melbourne. On a pu l'observer sept fois à Melbourne, du 12 janvier au 4 février; mais son éclat diminuait rapidement.

Digitized by Google

Stechert (*Carl*). — Éléments définitifs de la comète 1881, IV.

Cette comète, découverte le 13 juillet 1881 par M. Schæberle, a pu être observée jusqu'au 18 octobre; elle a parcouru, dans cet intervalle, un arc héliocentrique de 167 degrés. Parmi les éléments provisoires qui ont été publiés, ceux de M. Abetti représentent le mieux les observations; mais les écarts sont encore considérables. M. Stechert a donc entrepris de discuter l'ensemble des observations connues, afin d'arriver à la connaissance de l'orbite définitive, et il expose les résultats de ses recherches d'une manière assez complète pour qu'on puisse en contrôler tous les détails. Le système d'éléments auquel il s'arrête en dernier lieu est le suivant :

Osculation : 1881. Août 23,5.

$T = 1881.$ Août 22,3431935 t. m. Berlin.

$\omega = 122° \; 7' 18'',61$ Équin. m. 1881,0.

$\Omega = 97° \; 2' 36'',93$

$i = 140° 13' 54'',04$

$\log q = 9,8017757.$

R. R.

VARIÉTÉS.

SUR LA THÉORIE DES HÉLIOSTATS,

PAR M. R. RADAU.

L'héliostat est un appareil destiné à ramener à une direction fixe les rayons solaires qui, par suite du mouvement diurne, décrivent un cône autour de l'axe du monde. Ce but est atteint par l'emploi d'un miroir mobile qui fait constamment des angles égaux avec la direction variable des rayons incidents et la direction fixe des rayons réfléchis. Il s'ensuit que le plan d'incidence et de réflexion doit tourner autour de la droite fixe qui représente la direction des rayons réfléchis. C'est cette condition qu'il s'agit de remplir par le mécanisme qui constitue l'héliostat.

Soient M (*fig.* 1) le centre du miroir; MN la normale prolongée en arrière; MG la direction du rayon incident; FM celle du rayon

Digitized by Google

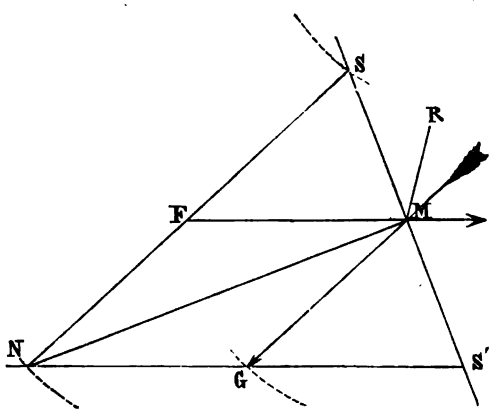
réfléchi ; SS′ l'intersection du plan d'incidence avec le plan du miroir ; MR une droite perpendiculaire au plan d'incidence.

La normale MN faisant des angles égaux avec FM et MG, si l'on mène NS parallèle à GM, NS′ parallèle à FM, on aura

$$FM = FN = FS = GM = GN = GS'.$$

Les droites NS et GM, parallèles aux rayons solaires, décrivent des cônes droits ayant leurs sommets en F et en M. Le triangle

Fig. 1.



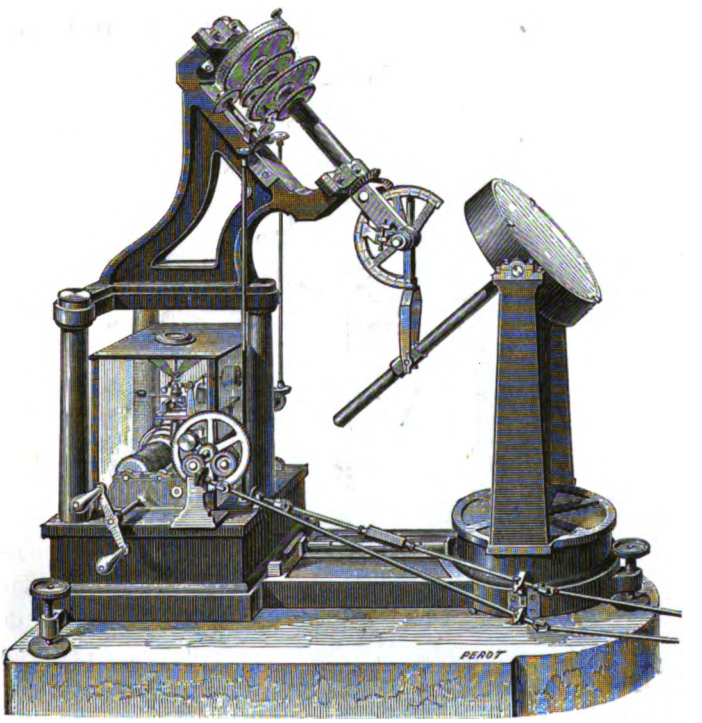
rectangle NMS tourne autour de la droite fixe FM. La normale MN et la trace SS′ du plan d'incidence décrivent des cônes obliques en glissant sur les cercles que les points N et S décrivent autour de l'axe du monde. La droite MR tourne dans un plan perpendiculaire à la droite fixe FM. Le plan du miroir passe par les droites MS et MR.

Pour maintenir le rayon réfléchi dans une direction donnée FM, il suffit donc de rendre le miroir mobile autour du point M, et d'appuyer la normale en N sur une aiguille qui parcourt en vingt-quatre heures un cadran équatorial. C'est le principe de l'héliostat de S' Gravesande (1720). Mais, sous sa forme primitive, cet appareil était d'un usage incommode, parce que, l'aiguille ayant une longueur invariable, la position du point F par rapport au cadran de l'horloge changeait avec la déclinaison du Soleil, de sorte que l'installation de l'héliostat devenait une opération compliquée. Perfectionné par Charles et par Malus, il n'a reçu sa forme défi-

Digitized by Google

nitive qu'entre les mains de Léon Foucault (1862). Dans l'héliostat et le sidérostat de Foucault, la normale s'appuie sur une tige NS, de longueur invariable, que soutient à son milieu, en F, l'axe polaire d'un cadran équatorial, et qui, entraînée par cet axe, reste toujours parallèle aux rayons solaires. On place le miroir M de manière que FM = FN.

Fig. 2.



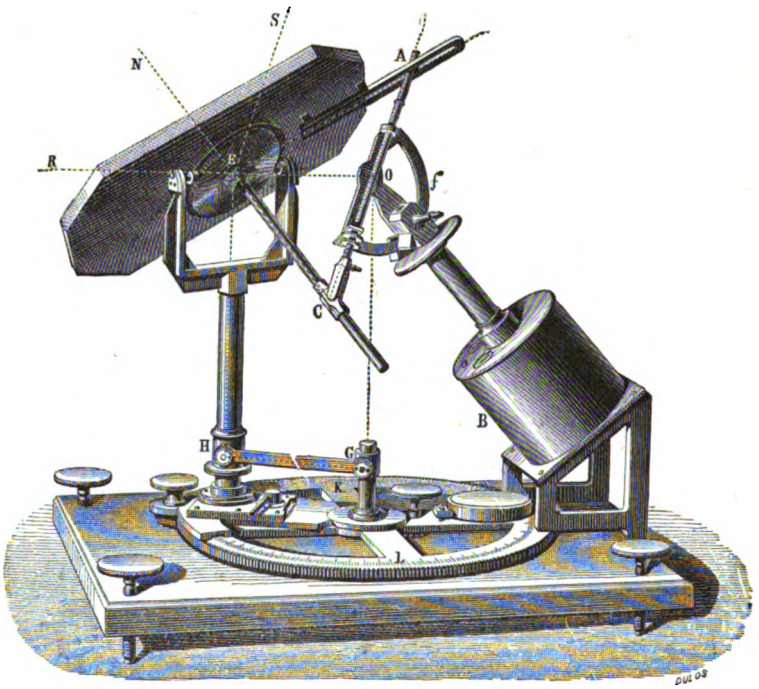
Sidérostat de Foucault.

Ce mécanisme suffit pour obtenir la fixité du rayon réfléchi; mais le miroir n'est pas orienté dans son plan, il peut encore tourner autour de la normale. L'orientation qu'il pourra recevoir dépend du mode de suspension. Si on lui donne pour axe de rotation un de ses diamètres, soutenu par une fourchette qui tourne sur un support, il se trouvera orienté par ce diamètre, astreint à rester perpendiculaire à la normale et à l'axe de la fourchette. Le plus simple serait de faire coïncider l'axe de la fourchette avec la droite fixe FM, et l'axe de rotation avec MR; le plan d'incidence

Digitized by Google

resterait alors toujours perpendiculaire à l'axe de rotation. Un miroir oblong, soutenu par son diamètre transversal, serait ainsi forcé de présenter toujours sa plus grande dimension aux rayons solaires, et l'on pourrait utiliser un faisceau plus large. C'est le mode de suspension adopté dans le porte-lumière ordinaire, dans l'héliostat de Gambey (1823) et dans celui de Silbermann (1843).

Fig. 3.



Héliostat de Foucault.

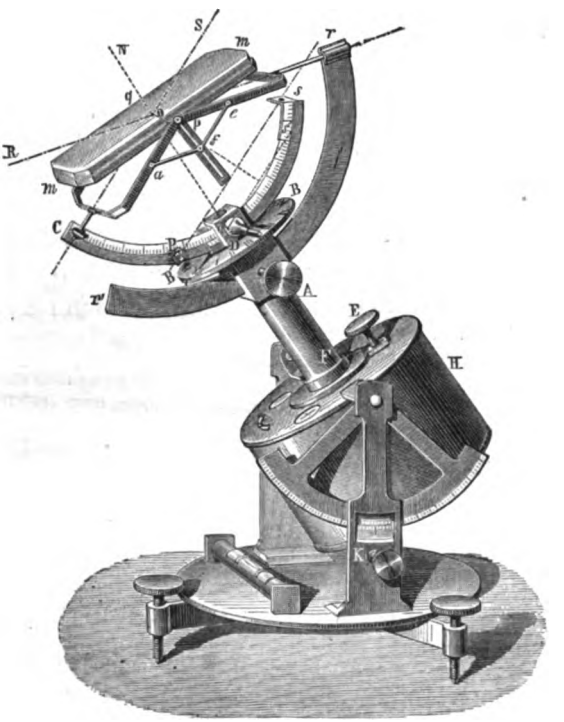
Mais on préfère, pour les grands miroirs, un support vertical à fourchette soutenant un axe de rotation horizontal. C'est le support adopté par S' Gravesande et par Foucault. Dans ce cas, si le miroir est directement soutenu par la fourchette, il se trouve orienté par son diamètre horizontal, qui fait un angle variable avec le plan d'incidence SS'. Cela n'a pas d'inconvénient pour un miroir circulaire, comme celui du sidérostat; mais il n'en est pas de même pour un miroir oblong, dont le diamètre longitudinal doit rester parallèle au plan d'incidence. Foucault a tourné la difficulté en appuyant le miroir de l'héliostat librement sur une

Digitized by Google

plaque soutenue par la fourchette et percée de manière à donner passage à la normale; la plaque est orientée par le support, mais le miroir tourne autour de la normale, et une queue MS, guidée par la tige NS (*fig.* 1), ramène constamment le diamètre longitudinal dans le plan d'incidence et de réflexion.

Dans l'héliostat de Gambey, le miroir est aussi orienté par la queue MS; mais Gambey a supprimé la normale MN, devenue inutile, puisque le diamètre transversal MR est soutenu par une fourchette que porte une tige FM, articulée en F. L'horloge fait tourner la tige FS sur laquelle s'appuie la queue MS. Rien n'empêcherait d'ailleurs, en conservant la tige FM, d'employer la normale MN au lieu de la queue MS pour guider le miroir.

Fig. 4.



Héliostat de Silbermann.

L'héliostat de Silbermann diffère des précédents en ce que l'axe polaire de l'horloge passe par le centre du miroir, dont l'axe de

Digitized by Google

rotation MR est soutenu par deux tiges à fourchettes FM et GM, l'une fixe et l'autre mobile. Cette dernière (la tige GM) est conduite par l'horloge, et la normale MN est maintenue à égale distance des deux tiges par un parallélogramme articulé. Les tiges sont portées par deux arcs de cercle qui glissent dans des mortaises, et qui permettent de leur donner l'inclinaison voulue.

Tous les héliostats qui viennent d'être décrits constituent des solutions générales du problème : ils permettent de maintenir le rayon réfléchi dans une direction fixe quelconque.

Des solutions particulières, beaucoup plus simples, s'obtiennent comme il suit :

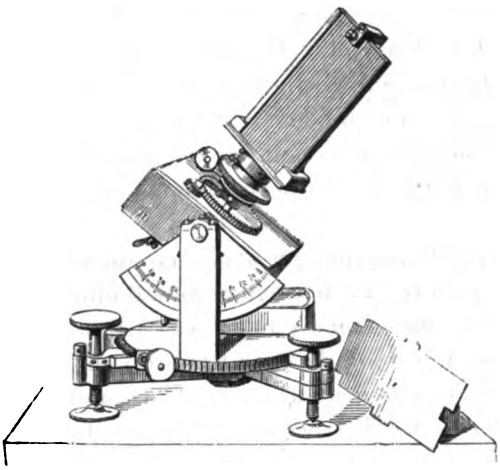
1° Si la direction fixe coïncide avec l'axe du monde, FM représentera l'arbre polaire de l'horloge autour duquel la normale MN décrira un cône droit, tandis que l'axe MR restera parallèle à l'équateur. Il suffira donc de fixer le miroir sur FM, de manière qu'il fasse avec l'équateur un angle égal à la moitié de la distance polaire du Soleil (cette distance étant comptée du pôle nord ou du pôle sud, selon le sens dans lequel on veut diriger le rayon réfléchi). C'est l'héliostat de Fahrenheit (1720?) et de Fraunhofer; c'est peut-être celui qu'il faut préférer pour la photographie, parce qu'il fournit une quantité de lumière invariable, l'angle d'incidence étant constant. En recevant le rayon réfléchi sur un miroir fixe, on pourrait en changer la direction, mais il en résulterait une perte de lumière.

2° Si la direction fixe coïncide avec une génératrice du cône que décrit FN, de sorte que les rayons réfléchis semblent venir d'un point du parallèle solaire, le cercle où se meut le point N passe par M, la normale MN reste comprise dans le plan de ce cercle et tourne autour du point M; sa vitesse angulaire est mesurée par la moitié de l'arc que parcourt le point N : elle fera donc un tour en quarante-huit heures. Le plan du miroir restant ainsi parallèle à l'axe du monde, il suffira de le fixer contre un arbre polaire tournant avec la même vitesse. C'est l'héliostat d'August (1839), perfectionné par Gruel (1847), réinventé par O. de Littrow (1863) et par M. Prazmowski (1877). Cet appareil permet de donner aux rayons réfléchis l'une des directions que les rayons solaires prendraient naturellement dans le cours de la journée; il y en a deux qui sont horizontales. Mais il offre deux

Digitized by Google

inconvénients : le plan d'incidence fait un angle variable avec l'axe de rotation du miroir, et l'angle d'incidence change rapidement, de sorte que le volume du faisceau réfléchi varie beaucoup.

Fig. 5.



Héliostat de Littrow.

3° Si la direction fixe coïncide avec une génératrice du cône que décrit FS, en d'autres termes, si les rayons sont renvoyés vers un point du parallèle solaire, le cercle où se meut le point S passe par M, la droite MS demeure dans le plan de ce cercle, et tourne autour du point M avec la vitesse uniforme d'un tour en quarante-huit heures. On pourra fixer la droite MS sur un arbre polaire tournant avec cette vitesse. En la prenant pour axe de rotation du miroir, on n'aura plus qu'à maintenir le diamètre transversal MR à angle droit avec FM (par exemple, en liant le point R au point F par une bielle), ou à maintenir la normale dans le plan FMS. C'est le dispositif que j'ai indiqué il y a vingt ans. Le plan d'incidence reste ici parallèle à l'axe de rotation du miroir.

Quant à l'héliostat imaginé par Klinkerfues (1864) et construit, d'après ses indications, par M. Meyerstein, je crois qu'il ne mérite pas ce nom. L'axe de rotation du miroir, soutenu par l'arbre polaire de l'horloge, fait un tour en vingt-quatre heures; un certain point P de son plan est relié à un point fixe F par une tige FP, perpendiculaire à ce plan. Il s'ensuit évidemment que la tige FP et la normale MN qui lui est parallèle doivent décrire des cônes

Digitized by Google

droits autour de FM; or nous avons vu que MN décrit, en général, un cône *oblique*. L'appareil ne remplit donc pas les conditions du problème.

L'héliostat « sphérique » de Steinheil (1864) paraît être une modification de celui de Silbermann; le miroir repose sur une monture hémisphérique soutenue par deux calottes qui peuvent tourner autour des points F, G, et autour de deux points f, g de la monture, situés symétriquement par rapport à la normale MN. Il faut que l'arc Ff soit égal à Gg. Il faudrait, en outre, maintenir MN dans le Plan FMG.

BIBLIOGRAPHIE.

S' GRAVESANDE. — S' GRAVESANDE, *Physices elementa mathematica*. Leyde, 1720. — BIOT, *Traité de Physique*, t. III. — DAGUIN, *Traité de Physique*, t. IV.

MALUS. — HACHETTE, *de l'Héliostat, Journal de l'École Polytechnique*, t. IX, 1813.

CHARLES. — *Ibid.*

FAHRENHEIT. — MONCKHOVEN, *Traité d'Optique photographique*, 1866.

GAMBEY. — HACHETTE, *Bulletin de la Société d'encouragement*, t. XXV, 1826. — *Annales de Poggendorff*, t. XVII, 1829. — DAGUIN, *Traité de Physique*, t. IV.

AUGUST. — FISCHER, *Mechan. Naturlehre*, éd. August, t. II. [Berlin, 1840. RADICKE, *Optik*, 1839. — GRUEL, *Annales de Poggendorff*, t. LXXII, 1847.

SILBERMANN. — *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XVII, 1843. — *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. X, 1844. — *Annales de Poggendorff*, t. LVIII, 1843. — DAGUIN, *Traité de Physique*, t. IV. — JAMIN, *Cours de Physique*, t. III.

FOUCAULT. — DUBOSCQ, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LIV, 1862. — WOLF, *ibid.*, t. LXIX, 1869, et *Annales de l'École Normale*, 2e série, t. I, 1872. — BRUNNOW, *Astronomie pratique*, éd. André, 1872. — JAMIN, *Cours de Physique*, t. III.

LITTROW. — *Wiener Sitzungsberichte*, 1863. — *Moniteur scientifique*, 1863.

RADAU. — *Moniteur scientifique*, 1864, 1866.

KLINKERFUES. — *Gœttinger Nachrichten*, 1864.

STEINHEIL. — *Ibid.*, 1864.

PRAZMOWSKI. — *Bulletin de la Société de Photographie*, 1877.

Digitized by Google

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

SUR LES OBSERVATIONS DE MIMAS.

Note de M. B. BAILLAUD.

Les observations publiées dans le présent article ont été faites à l'Observatoire de Toulouse, d'abord par M. F. Tisserand et par M. Perrotin, de 1876 à 1878. Appelé à la direction de l'Observatoire à la fin de 1878, je ne pus faire procéder qu'en 1880 à la réargenture du miroir, et je repris immédiatement ces observations, qui avaient été impossibles en 1879. Jusqu'à cette époque on n'avait pu observer que des élongations. J'obtins, le 28 septembre 1880, un passage (sud-ouest) de Mimas à l'une des tangentes à l'extrémité du grand axe de l'anneau; je renouvelai le lendemain cette observation avec M. Ch. Fabre, qui obtint encore le 25 novembre une observation analogue (nord-est). Depuis cette époque, M. Ch. Fabre a été chargé presque exclusivement de ces observations, et il s'est attaché à observer surtout les passages aux tangentes. Il a récemment obtenu quelques conjonctions ou oppositions.

Le télescope qui a servi à ces observations a $0^m,83$ d'ouverture libre et 5^m de distance focale. Il a été construit par Secrétan; le miroir est l'œuvre de MM. Henry. On a employé habituellement le grossissement de 335 fois. Cependant on a pu souvent lui substituer celui de 460 fois; mais de plus forts grossissements n'ont pu que rarement servir. Le miroir a été réargenté en septembre 1880 et en juillet 1882.

Le Tableau ci-après renferme les résultats des observations et leur comparaison à l'hypothèse d'un mouvement uniforme, dont la vitesse moyenne serait

$$n = 381^\circ,9934.$$

Dans la première colonne figure la date en temps astronomique.

La deuxième indique la nature du phénomène observé : élongation est ou ouest, passage à l'une des tangentes aux extrémités du grand axe de l'anneau, passage au petit axe de l'anneau.

Digitized by Google

Dans la troisième colonne est donné, en jours moyens et fractions décimales du jour, le temps écoulé depuis le 24 octobre 1876 à midi moyen de Paris.

Dans la quatrième colonne, t_c désigne l'instant vrai du phénomène, déduit du nombre de la colonne précédente en retranchant le temps d'aberration.

Dans la cinquième on a inscrit la longitude saturnocentrique l du satellite, comptée dans le plan de l'anneau et obtenue de la manière suivante : on a tiré du *Berliner Jahrbuch* la longitude saturnocentrique de la Terre comptée dans le plan de l'anneau, à partir du nœud ascendant de l'anneau sur l'écliptique; on a ajouté la longitude de ce nœud. Soit L la longitude de la Terre ainsi obtenue; on a :

Pour une élongation,

E.....	$l = L - 90°$	E
W.....	$l = L + 90°$	W

Pour un passage au petit axe,

S.....	$l = L$	N
N.....	$l = L + 180°$	S

Pour un passage à la tangente à l'une des extrémités du grand axe de l'anneau,

SE.....	$l = L - \gamma_0 - \Delta\gamma_0 - e \operatorname{tang}\gamma_0 \cos(l - \varpi)$	NE
NE.....	$l = L + \gamma_0 + \Delta\gamma_0 + e \operatorname{tang}\gamma_0 \cos(l - \varpi) + 180°$	SE
SW....	$l = L + \gamma_0 + \Delta\gamma_0 + e \operatorname{tang}\gamma_0 \cos(l - \varpi)$	NW
NW....	$l = L - \gamma_0 - \Delta\gamma_0 - e \operatorname{tang}\gamma_0 \cos(l - \varpi) + 180°$	SW.

Les indications de la nature du phénomène inscrites à droite de ces formules s'appliquent au cas où la terre est au-dessous du plan de l'anneau; celles qui sont à gauche, au cas opposé. Cette dernière circonstance s'est produite jusqu'en 1878; la première, depuis cette date.

Dans ces formules on a représenté par e l'excentricité, par ϖ la longitude du périsaturne, par $\sin\gamma$ le rapport du demi-grand axe de l'anneau au demi-grand axe de l'orbite, et l'on a posé

$$\gamma = \gamma_0 + \Delta\gamma_0,$$

où

$$\gamma_0 = 47°.$$

On a, du reste, pour obtenir les valeurs de l données dans la

Digitized by Google

sixième colonne, négligé le terme $e \tang \gamma_0 \cos(l - \varpi)$. Ce terme étant précédé du même signe que $\Delta\gamma_0$, il est toujours aisé de le rétablir.

La sixième colonne renferme la différence

$$l - nt_c, \quad (n = 381^\circ,9934);$$

la septième, le poids de l'observation, obtenu ainsi : 1 pour les observations faites dans des conditions atmosphériques passables; 2 dans des conditions bonnes; 3 dans de très bonnes conditions. Il y aurait lieu d'ailleurs de doubler ces poids pour les phénomènes autres que des élongations; mais on a voulu se borner ici à indiquer sommairement les conditions atmosphériques.

La huitième colonne indique l'observateur : T désigne M. Tisserand; P, M. Perrotin; F, M. Fabre; B, M. Baillaud; S.B., M. Saint-Blancat.

Dates.		Phén.	t.	t_c.	l.	$l - nt_c$.	Poids.	Obs
1876. Oct.	24...	E	0,4757	4226	64,2	$-97^\circ,2$	1	P
	26...	E	2,3366	2834	64,2	$-88,0$	2	T
Nov.	2...	W	9,3692	3154	244,1	$-74,3$	1	P
	4...	W	11,2518	1978	244,1	$-73,4$	1	P
	10...	E	17,3587	3041	64,1	$-66,0$	1	P
1877. Sept.	8...	W	319,4580	4082	258,2	$-73,6$	1	P
	9...	W	320,4378	3880	258,1	$-88,0$	2	P
	27...	W	338,3444	2943	256,9	$-89,3$	2	P
	28...	W	339,2957	2456	256,9	$-92,7$	2	P
Oct.	2...	E	343,5317	4814	76,6	$-91,0$	3	P
	3...	E	344,4713	4210	76,6	$-90,0$	2	P
	5...	E	346,3463	2958	76,5	$-86,2$	2	P
	12...	W	353,4198	3691	256,1	$-88,6$	2	P
1878. Sept.	29...	E	705,4508	4016	88,8	$-90,0$	1	P
1880. Sept.	24...	W	1431,5823	5339	294,9	$-61,7$	1	B
	26...	W	1433,4693	4209	294,8	$-62,5$	1	B
	27...	W	1434,4072	3588	294,7	$-60,9$	1	B
	28...	W	1435,3549	3066	294,6	$-63,0$	2	B
	28...	SW	1435,4611	4128	$337,6 - \Delta\gamma_0$	$-59,4 - \Delta\gamma_0$	2	B
	29...	SW	1436,4130	3647	$337,5 - \Delta\gamma_0$	$-64,3 - \Delta\gamma_0$	2	B
Oct.	1...	E	1438,6559	6077	114,4	$-64,2$	2	B
	31...	W	1468,3477	2996	292,2	$-68,6$	2	B
Nov.	1...	W	1469,2939	2458	292,1	$-70,1$	2	B
	13...	W	1481,5429	4943	291,3	$-69,7$	2	F
	23...	E	1491,4422	3931	110,7	$-71,6$	2	F
	25...	NE	1493,4356	3864	$153,6 - \Delta\gamma_0$	$-70,1 - \Delta\gamma_0$	2	F

Digitized by Google

Dates.	Phén.	t.	t_c	l.	$l - nt_c$	Poids.-Obs.
Déc. 18...	W	1516,4199	3689	289,9	— 73,0	2 F
19...	W	1517,3653	3142	289,9	— 74,1	1 S.B
1881. Aout 29...	E	1770,4414	3908	129,7	— 67,9	3 F
29...	NE	1770,5637	5131	172,7 — $\Delta\gamma_0$	— 71,6 — $\Delta\gamma_0$	1 F
Sept. 12...	E	1784,6068	5574	129,4	— 79,7	2 F
28...	SE	1800,4889	4405	85,7 + $\Delta\gamma_0$	— 70,7 + $\Delta\gamma_0$	2 F
Oct. 17...	E	1819,4634	4158	127,4	— 77,4	1 F
17...	NE	1819,5565	5089	170,4 — $\Delta\gamma_0$	— 70,0 — $\Delta\gamma_0$	2 F
18...	NE	1820,5035	4559	170,3 — $\Delta\gamma_0$	— 71,8 — $\Delta\gamma_0$	1 F
Nov. 3...	E	1836,4153	3679	126,0	— 74,4	2 F
4...	E	1837,3700	3226	125,9	— 79,2	2 F
8...	NW	1841,5048	4573	262,6 + $\Delta\gamma_0$	— 82,0 + $\Delta\gamma_0$	2 F
8...	W	1841,6180	5705	305,6	— 82,2	2 F
10...	NW	1843,3686	3211	262,5 + $\Delta\gamma_0$	— 74,0 + $\Delta\gamma_0$	2 F
10...	W	1843,4887	4412	305,5	— 76,9	2 F
10...	SW	1843,6026	5551	348,4 — $\Delta\gamma_0$	— 77,5 — $\Delta\gamma_0$	1 F
11...	W	1844,4094	3619	305,4	— 68,7	1 F
11...	SW	1844,5302	4827	348,4 — $\Delta\gamma_0$	— 71,8 — $\Delta\gamma_0$	2 F
16...	SW	1849,2550	2074	348,0 — $\Delta\gamma_0$	— 77,0 — $\Delta\gamma_0$	1 F
19...	E	1852,4425	3948	124,8	— 77,8	2 F
19...	NE	1852,5613	5136	167,8 — $\Delta\gamma_0$	— 80,2 — $\Delta\gamma_0$	2 F
20...	E	1853,3909	3431	124,7	— 80,1	2 F
21...	E	1854,3234	2756	124,7	— 76,3	2 F
21...	NE	1854,4400	3922	167,6 — $\Delta\gamma_0$	— 78,0 — $\Delta\gamma_0$	2 F
22...	NE	1855,3703	3225	167,6 — $\Delta\gamma_0$	— 73,3 — $\Delta\gamma_0$	2 F
Déc. 11...	NE	1874,2358	1870	166,5 — $\Delta\gamma_0$	— 80,6 — $\Delta\gamma_0$	2 F
13...	NW	1876,3602	3113	260,4 + $\Delta\gamma_0$	— 78,1 + $\Delta\gamma_0$	2 F
16...	SW	1879,3989	3497	346,2 — $\Delta\gamma_0$	— 73,0 — $\Delta\gamma_0$	1 F
24...	E	1887,2558	2060	123,0	— 57,2	1 F
27...	NE	1890,2375	1875	165,9 — $\Delta\gamma_0$	— 73,2 — $\Delta\gamma_0$	2 F
27...	NW	1890,4895	4395	259,9 + $\Delta\gamma_0$	— 75,5 + $\Delta\gamma_0$	2 F
28...	NW	1891,4399	3898	259,9 + $\Delta\gamma_0$	— 78,5 + $\Delta\gamma_0$	2 F
29...	NW	1892,3813	3311	259,9 + $\Delta\gamma_0$	— 78,1 + $\Delta\gamma_0$	1 F
31...	NW	1894,2433	1929	259,8 + $\Delta\gamma_0$	— 69,4 + $\Delta\gamma_0$	2 F
1882. Janv. 2...	SW	1896,3753	3248	345,8 — $\Delta\gamma_0$	— 77,8 — $\Delta\gamma_0$	1 F
4...	SW	1898,2595	2088	345,8 — $\Delta\gamma_0$	— 77,4 — $\Delta\gamma_0$	1 F
17...	SW	1911,4540	4019	345,9 — $\Delta\gamma_0$	— 77,0 — $\Delta\gamma_0$	1 F
26...	NE	1920,4049	3521	166,1 — $\Delta\gamma_0$	— 75,7 — $\Delta\gamma_0$	2 F
27...	NE	1921,3497	2968	166,1 — $\Delta\gamma_0$	— 76,6 — $\Delta\gamma_0$	1 F
31...	NW	1925,3722	3189	260,3 + $\Delta\gamma_0$	— 78,8 + $\Delta\gamma_0$	2 F
Fév. 2...	W	1927,3710	3175	303,4	— 79,2	1 F
3...	SW	1928,4298	3762	346,5 — $\Delta\gamma_0$	— 80,5 — $\Delta\gamma_0$	2 F
4...	W	1929,2448	1912	303,5	— 74,8	2 F
4...	SW	1929,3656	3120	346,5 — $\Delta\gamma_0$	— 78,0 — $\Delta\gamma_0$	2 F
Aout 8...	NE	2114,6198	5665	186,2 — $\Delta\gamma_0$	— 84,2 — $\Delta\gamma_0$	1 F

Digitized by Google

Dates.	Phen.	t.	t_c.	l.	$l - nt_c$.	Poids.	Obs.
Nov. 3...	N	2201,3860	3389	231,3	$-65^{\circ},6$	3	F
4...	NW	2202,5011	4541	278,2 + $\Delta\gamma_0$	$-84,7 + \Delta\gamma_0$	1	F
11...	S	2209,4144	3675	50,6	$-73,2$	2	F
Déc. 2...	E	2230,3503	3031	138,9	$-62,2$	2	F
8...	NW	2236,3921	3447	275,4 + $\Delta\gamma_0$	$-73,5 + \Delta\gamma_0$	2	F
8...	W	2236,5018	4544	318,4	$-72,4$	2	F
9...	W	2237,4499	4024	318,3	$-74,7$	2	F
16...	SE	2244,4071	3593	94,9 + $\Delta\gamma_0$	$-75,5 + \Delta\gamma_0$	2	F
20...	E	2248,2264	1783	137,7	$-51,6$	2	F
1883. Janv. 6...	E	2265,2425	1932	136,9	$-72,0$	2	F
6...	NE	2265,3584	3091	179,9 − $\Delta\gamma_0$	$-73,2 - \Delta\gamma_0$	2	F
Fév. 1...	S	2291,4091	3575	46,8	$-76,6$	2	F
Sept. 6...	NE	2508,5549	5033	201,1 − $\Delta\gamma_0$	$-70,6 - \Delta\gamma_0$	2	F
Oct. 13...	NW	2545,5569	5085	295,8 + $\Delta\gamma_0$	$-71,6 + \Delta\gamma_0$	2	F
26...	NE	2558,4514	4038	201,0 − $\Delta\gamma_0$	$-52,4 - \Delta\gamma_0$	1	F
29...	N	2561,4604	4130	247,9	$-75,0$	1	F
Nov. 8...	SE	2571,4625	4155	114,1 + $\Delta\gamma_0$	$-69,6 + \Delta\gamma_0$	2	F
13...	NE	2576,4035	3567	199,7 − $\Delta\gamma_0$	$-71,6 - \Delta\gamma_0$	1	F
17...	NW	2580,4215	3748	293,4 + $\Delta\gamma_0$	$-72,7 + \Delta\gamma_0$	1	F
Déc. 5...	W	2598,4403	3937	334,8	$-74,4$	2	F

L'examen des valeurs de $l - nt_c$ montre assez que le moyen mouvement adopté diffère peu du moyen mouvement exact. Cette valeur a d'ailleurs été déduite de la comparaison de nos observations à celles de Washington en 1874, et du capitaine Jacob en 1857 et 1858, en tenant compte d'une grande inégalité à longue période manifestée par nos propres observations. Nous donnons dans le Tableau ci-dessous (A) la comparaison de tous les résultats des observations antérieures que nous avons pu nous procurer, sauf les observations de M. Lassell sur lesquelles nous reviendrons plus loin. Dans ce Tableau, la deuxième colonne renferme les dates en temps moyen de Paris; la troisième, le temps t écoulé depuis le 14 septembre 1789 à midi moyen; la quatrième, le produit nt où $n = 381^{\circ},9934$ (¹); la dernière, la différence $l - nt$, l étant la longitude observée. Les dates données dans la deuxième colonne sont corrigées de l'aberration :

Dates.	t.	nt.	$l - nt$.	Observateurs.
1789. sept. 14,568.....	0,568	217°	$+47^{\circ}$	W. Herschel.
1836. juin 3,313.....	17063,313	18105 + 273	+24	J. Herchel.
1838. août 28,842.....	17879,842	18972 + 62	+10	De Vico.

(¹) On donne le nombre de circonférences et celui des degrés contenus dans le produit nt.

Digitized by Google

Dates.		c.	nt.	l − nt.	Observateurs.
			°	°	
1856. déc.	31,007.....	24579,007	26080 + 218	+15	Jacob.
1857. déc.	31,007.....	24944,007	26467 + 326	+24	Jacob.
1874. sept.	24,878.....	31055,878	32953 + 60	+12	Washington.
1876. sept.	1,872.....	31763,872	33704 + 149	+28	Id.
1877. sept.	30,391.....	32157,391	34121 + 351	+16	Id.
1877. sept.	25,000.....	32152,000	34116 + 92	+10	Toulouse.
1878. oct.	27,749.....	32549,749	34538 + 109	+21	Washington.
1880. nov.	6,000.....	33290,000	35323 + 280	+29	Toulouse.
1881. oct.	11,000.....	33629,000	35683 + 176	+25	Id.
1882. janv.	8,000.....	33718,000	35777 + 333	+26	Id.
1882. déc.	18,000.....	34062,000	36142 + 339	+26	Id.
1883. oct.	18,000.....	34366,000	36465 + 185	+37	Id.

Le résultat adopté pour les observations de W. Herschel est celui qui a été obtenu par Beer et Mädler. J. Herschel n'a fait qu'une observation regardée parfois comme douteuse, et qui est exacte. J'ai emprunté au *Vade-mecum* de l'astronome, de M. Houzeau le résultat des observations de de Vico, à Rome. Les autres sources d'observations n'ont pas besoin d'être expliquées. Cependant je dois mentionner que je n'ai employé, parmi les observations de Washington, que des élongations, et seulement celles qui sont indiquées comme satisfaisantes, savoir :

1874. sept. 2, W; sept. 26, E; oct. 15, E.
1876. juill. 27, E; août 5, W; août 14, E; août 31, E; oct. 12, W; oct. 13, W.
1877. août 11, E; oct. 15, E; oct. 16, E; oct. 18, E.
1878. sept. 17, W; oct. 20, W; oct. 21, W; oct. 28, E; nov. 4, W; nov. 5, W; nov. 13, E; nov. 15, E.

Quant aux observations de M. Lassell, la première de toutes, le 25 août 1846 à 11^h30 t. m. de Starfield, donnée comme élongation W, conduit, si on la regarde comme une élongation E, à $l - nt = +34°$; les autres observations donnent en général, moyennant de nombreux changements, analogues aux précédents, des nombres trop forts de 50°. L'une d'elles est comprise dans la première période des observations du capitaine Jacob.

La discussion minutieuse des observations de Toulouse m'a conduit à des résultats dont les deux suivants ne peuvent être douteux :

Il existe dans la longitude moyenne une inégalité dont la période est environ cinq ans, et dont le coefficient est approximativement 8°.

L'excentricité de l'orbite ne dépasse pas $\frac{1}{10}$.

Digitized by Google

Les observations de Toulouse manifestent également une seconde inégalité dont le coefficient paraît être aussi voisin de 8°, et dont la période est sensiblement 300 jours.

J'ai déjà indiqué ces résultats dans les *Comptes rendus,* le 28 janvier dernier. Les astronomes me pardonneront, à cause de l'importance du sujet et de la difficulté des observations, de donner ici quelques détails de plus sur les résultats de la discussion pénible à laquelle je me suis livré.

En présence des valeurs diverses du moyen mouvement obtenues dans le passé, j'avais d'abord adopté la valeur 382°, et je m'étais proposé de déterminer, par la discussion des observations faites chaque année à Toulouse, la correction à faire subir à cette valeur, l'excentricité, la longitude du périsaturne, et la longitude à l'origine du temps ε; j'avais regardé la longitude du périsaturne comme invariable pendant une même opposition. J'ai obtenu ainsi :

Années.	Δn.	ε.	ϖ.	t.
			°	
1877	—0,20	—90,1	233	336
1880	—0,15	—78,9	177	1474
1881, 1re période.....	—0,11	—85,3	271	1813
1881, 2e période.....	+0,11	—85,1	24	1902
1882	—0,08	—87,7	53	2246

où t désigne le nombre de jours écoulés depuis le 24 octobre 1876.

Les valeurs de e étaient assez variables, mais, sauf en 1877, inférieures à 4°.

Les valeurs de ϖ se représentent assez bien par l'hypothèse d'un mouvement annuel de 447°. Les résidus sont

	°
1877.....	— 9
1880.....	+19
1881_1.....	— 21
1881_2.....	— 24
1882.....	+ 9

J'ai repris la résolution de toutes les équations en tenant compte, pour chaque année, de ce mouvement du périsaturne. J'ai trouvé des valeurs de ϖ voisines des précédentes pour chaque groupe, sauf pour la première période de 1881 qui a donné, avec une excentricité très petite, une valeur de ϖ inconciliable avec les autres.

Digitized by Google

Il résulte pour moi de cette discussion que :

1° L'inégalité dont la période est d'environ 1800 jours résulte nécessairement de l'ensemble des observations. Le Tableau A montre assez l'existence de minima en

1882, 1877, 1857, 1837,

et de maxima concordant avec les précédents maxima et la période de 5 ans, en

1789, 1874, 1880.

2° La valeur du moyen mouvement $n = 381^{\circ},9934$ représente bien toutes les observations, sauf la plupart de celles de M. Lassell qu'il est impossible de faire concorder, même avec les observations voisines.

Cette valeur ne peut donner en 34000 jours une erreur de 10°, de sorte que son incertitude est moindre que $0^{\circ},0003$.

3° L'excentricité est faible, inférieure à 5°.

4° L'inégalité périodique dont la période est de 300 jours me paraît certaine. Elle résulte tout au moins des observations de Toulouse. Cependant il faut remarquer qu'elle est de l'ordre de l'équation du centre, et qu'il n'est pas impossible qu'elle se confonde avec elle. Le mouvement de périsaturne établi par M. Tisserand (*Annales de l'Observatoire de Toulouse*, t. I) est en effet de plus de 100° pendant la période de trois mois qui comprend en général les observations d'une même année, et l'on conçoit que les observations faites en un même point de l'orbite puissent manifester, par suite de l'excentricité, une inégalité dont la période serait sensiblement de 300 jours si le mouvement du périsaturne était réellement de 447°, comme je l'avais trouvé d'abord.

Quant à l'influence de l'équation du centre sur des observations faites en divers points de l'orbite, il faut remarquer que, la durée de la révolution étant sensiblement un jour, les observations faites dans une courte période correspondent généralement à une même position dans l'orbite; il faut attendre plusieurs jours pour avoir des observations en un point opposé au premier, et il n'arrive qu'exceptionnellement que les conditions astronomiques et atmosphériques permettent ces observations quand l'équation du centre est maxima. La discussion est encore rendue plus difficile par cette considération, qu'assurément les divers phénomènes compor-

Digitized by Google

tent des erreurs systématiques qui varient de l'un à l'autre, et que les observations faites par divers observateurs au même instrument ne sont certainement pas entièrement comparables. Une autre cause grave d'erreurs systématiques me paraît être la connaissance préalable de l'heure à laquelle le phénomène à observer doit se produire.

Pour ces motifs, il m'a paru qu'il serait prématuré de reprendre à nouveau la discussion de nos observations pour tenter de déterminer les éléments inconnus. Les observations de Mimas seront désormais faites à Toulouse constamment par le même observateur, qui s'appliquera à les obtenir aussi nombreuses que possible. Il est bien à désirer que le même travail soit poursuivi parallèlement dans divers observatoires.

On se rendra bien compte de la difficulté extrême du problème, si l'on réfléchit qu'un déplacement de 1° dans l'orbite correspond dans les conjonctions à un déplacement de $0'',4$ dans le ciel, et dans les élongations à un déplacement beaucoup moindre encore; qu'en définitive le satellite est le plus souvent à la limite de visibilité, et qu'il est voisin d'un astre très éclatant.

SUR UN MOYEN DE RENDRE PLUS COMMODE L'USAGE DES ÉQUATORIAUX;

PAR M. G. BIGOURDAN.

Quand on veut, avec un même équatorial, déterminer la position précise d'un astre, puis l'étudier au point de vue physique ou en obtenir l'image par la photographie, on est généralement obligé de remplacer un micromètre par un spectroscope, un photomètre, etc. D'autres fois l'état des images ne permet pas d'utiliser le micromètre ou tout autre appareil auxiliaire qui se trouve actuellement monté sur l'instrument, et il faut le remplacer par un second. Ce changement et le réglage de l'appareil auxiliaire qu'il s'agit d'installer font perdre beaucoup de temps, et du plus précieux, puisque c'est au moment même de l'observation qu'il faut le faire. Ces inconvénients deviennent surtout notables quand il s'agit de très grands instruments.

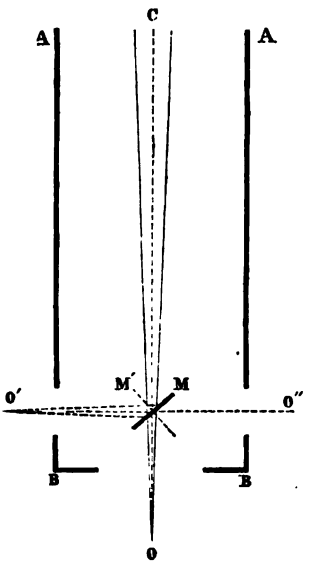
Tout ce qui pourrait diminuer ces difficultés rendrait donc un véritable service; tel est, je crois, le moyen suivant : il consiste à placer dans l'intérieur du tube de la lunette, non loin de l'oculaire, un réflecteur (miroir ou prisme à réflexion totale) situé sur le côté

Digitized by Google

et facile à amener sur l'axe optique, pour réfléchir à angle droit le faisceau conique de rayons venant de l'objectif.

Soient (*fig.* 6) O le foyer de l'objectif, OC son axe optique, ABBA l'extrémité oculaire du tube de la lunette; le réflecteur,

Fig. 6.



amené dans la position M sur l'axe optique, fera former le foyer en O', où l'on pourra placer par exemple la fente du spectroscope. Si le miroir est mobile autour d'un axe perpendiculaire au plan de la figure, il pourra être amené dans la position M' : le foyer sera alors en O'' où l'on pourra placer soit un photomètre, soit une plaque sensible pour la photographie, etc.

Avec un instrument ainsi disposé, suivant les circonstances ou l'état des images, l'observateur pourra passer d'un genre d'observations à un autre, sans fatigue comme sans perte de temps, car il aura pu munir son instrument, pendant la journée, des appareils auxiliaires qu'il se propose d'employer le soir.

Quant à la perte de lumière due à la réflexion, elle pourra être toujours très faible, parce que le réflecteur M, quel qu'il soit, sera très maniable et il sera aisé de l'entretenir constamment dans le meilleur état. Dans le cas du spectroscope, on pourra remplacer les prismes à vision directe par des prismes ordinaires et gagner

Digitized by Google

ainsi sur l'absorption par le prisme ce qui se perd dans la réflexion, en M.

Si l'instrument est très grand, on ne pourra guère employer un prisme en M, et l'on sera conduit à préférer un miroir plan, soit métallique, soit de verre argenté, si l'on ne redoute pas la petite perte des rayons photogéniques qui ne sont pas réfléchis par la mince couche d'argent déposée sur les miroirs de verre.

Comme on voit, ce moyen de rendre plus commode l'usage des lunettes équatoriales est simple et peut s'appliquer à des instruments déjà construits; mais c'est surtout dans les télescopes newtoniens qu'il est d'une application facile : il suffirait que le petit miroir fût mobile autour de l'axe principal du grand; alors on pourrait laisser à poste fixe, sur le télescope, trois appareils auxiliaires répondant à chacun des trois bras qui supportent le petit miroir.

SUR L'ORBITE DE LA COMÈTE 1858, III (TUTTLE);

PAR M. SCHULHOF.

Mon attention a été attirée sur cette comète par le tableau des écarts entre les observations et le calcul, que M. Hall a donné (*Astronomische Nachrichten*, n° 1569) à la suite des éléments paraboliques qu'il avait calculés. M. Hall regardait lui-même ces écarts, qui dépassaient 1′, comme un indice de l'excentricité de l'orbite de l'astre; mais, en présence du nombre insuffisant des observations et croyant l'orbite légèrement hyperbolique, il ne poussa pas plus loin ses recherches.

L'examen des écarts me fit soupçonner que la comète avait une durée de révolution très courte, ce que la faible inclinaison de l'orbite paraissait aussi indiquer. Je me décidai donc à reprendre la détermination de l'orbite.

J'adoptai provisoirement, telles qu'elles furent publiées, les huit observations faites à Cambridge (États-Unis) et à Ann-Arbor, et je les comparai avec une éphéméride déduite des éléments de M. Hall. Les positions du Soleil furent tirées des Tables de Le Verrier. J'ai formé ensuite quatre lieux normaux qui m'ont servi à obtenir, par la méthode de la variation des distances, l'orbite publiée dans le *Bulletin astronomique*, t. I, p. 112.

Digitized by Google

A l'aide de ces éléments, j'ai recherché, sans résultat, si l'une ou l'autre des comètes incomplètement observées était identique avec cet astre. Un seul cas mérite encore des recherches ultérieures. La nébuleuse n° 2094 du Catalogue général de Herschel, dont la position pour 1860,0 est

$$\text{Æ} = 10^h 17^m 5^s, \quad \text{Ⓓ} = +27^\circ 43',9,$$

pourrait être une comète d'après John Herschel, qui l'a observée une seule fois dans la zone 115 et ne l'a plus retrouvée ultérieurement. Si cet objet était vraiment une comète et si la date de son observation, que je n'ai pas encore pu me procurer, était le 27 mai, il a pu être identique avec la comète 1858 III qui passe à cette époque par cette région du ciel, dans le cas où son anomalie vraie est de 7°,5. Il faut encore mentionner que les éléments fort incertains de la comète de 1092 montrent une faible ressemblance avec ceux de cette comète.

N'ayant pas réussi à retrouver une autre apparition de la comète qui aurait permis de fixer exactement la durée de sa révolution, j'ai procédé à la détermination des éléments les plus probables et des limites de leur incertitude. Le calcul des coefficients différentiels repose sur les éléments publiés dans le *Bulletin astronomique* que je nommerai éléments (I). Pour une nouvelle comparaison des observations avec la théorie je me suis servi des éléments suivants (II), que j'avais déduits dans la supposition erronée qu'un objet nébuleux observé par M. Schmidt le 21 janvier 1865 était identique avec la comète.

1858, mai 4,1, t. m. de Paris.

(II)	M.....	0. 9.40,4	
	π.....	200.40.24,1	équin. et éclipt. moyens de 1858,0.
	☊.....	174.56.59,7	
	i.....	19.35.12,2	
	φ.....	42.55.34,4	
	log a.....	0,557220	
	μ.....	517",853	

Le Tableau suivant contient avec leurs écarts (obs. — calc.) les huit observations pour lesquelles j'ai recalculé la réduction au jour et les facteurs parallactiques.

Digitized by Google

Dates. 1858.	Lieux.	Heure locale.	Æ app.	ΔÆ.	⏾ app.	Δ⏾.	*
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Mai 3...	Cambridge.	10.46.15	9.52. 2,29	+0,51	+35. 6.33,8	— 6,5	1
4...	Id.	8.52.24	9.56.42,88	+0,73	35.27.44,6	+ 8,4	2
9...	Ann-Arbor.	11. 2.51	10.23.37,39	+0,84	37. 4.35,5	— 1,9	3
12...	Cambridge.	10.18.18	10.39.36,18	+0,59	37.44.40,4	— 2,9	4
12...	Ann-Arbor.	11.19.55	10.40. 0,92	—0,17	37.45. 7,3	—28,6	4
18...	Id.	13.23.48	11.13.53,34	+0,99	38.30.25,3	— 0,3	5
31...	Id.	11.17.33	12.24. 7,52	+0,98	37.24.29,5	— 6,8	6
Juin 1...	Id.	10.28.58	12.29. 4,00	—0,86	+37.11.58,2	+ 9,3	7

La déclinaison du 12 mai à Ann-Arbor semble être erronée de près de 30″; je ne lui ai donné que le poids $\frac{1}{2}$.

L'heure de l'observation du 1er juin pourrait être erronée de 10m; cette observation a également reçu le poids $\frac{1}{2}$.

Je dois les positions des étoiles de comparaison 2, 3, 5 et 7 à l'obligeance de M. Mœller. Pour les autres étoiles, je n'ai pas encore pu me procurer des observations méridiennes.

Étoiles.	Æ 1858,0.	⏾ 1858,0.	Autorité.
	h m s	° ′ ″	
1....	9.52. 6,48	+35. 8.41,5	Obs. micr. de Cambridge.
2....	9.57.14,78	35.22.40,0	Lund.
3....	10.22.24,08	37. 0. 5,7	Lund.
4....	10.39.44,85	37.39.37,1	Cambridge et Ann-Arbor.
5....	11.16.27,30	38.29.54,8	Lund.
6....	12.23.37,31	37.25.44,0	Obs. micr. d'Ann-Arbor.
7....	12.28.14,37	37.12.31,0	(1)

A l'aide des observations précédentes j'ai formé quatre lieux normaux, rapportés à l'équinoxe et à l'écliptique moyens de 1858,0; les latitudes sont corrigées de l'effet de la latitude du Soleil.

	T. m. de Paris.	λ.	cos β Δλ.	β.	Δβ.	Poids.
		° ′ ″	″	° ′ ″	″	
Mai....	4,1	138.18.37,1	+ 6,7	+21. 7.51,9	+3,7	1
	11,66667	145.26.44,2	+ 7,7	26.20.38,2	—4,8	1
	18,8	152.57.50,7	+10,5	30.35.47,7	+5,0	$\frac{1}{2}$
Juin...	1,2	168.47. 9,1	+ 4,5	+36.21. 2,4	+1,0	1

(1) Armagh, I; Bonn, t. VI; Radcl. II; Yarnall: Bruxelles, 1861, 1865, 1867, 1872, 1873, 1878; Radcl., 1868, 1870; Lund.

Digitized by Google

Les équations de condition pour ces quatre lieux sont les suivantes (les coefficients sont donnés sous forme logarithmique) :

Longitudes.

I..... $0,797752\,dM + 2,698730_n\,d\mu + 0,661061_n\,d\varphi$
$+ 9,985483\,d\pi + 9,606617 \sin i\,d\Omega + 9,459026_n\,di = 0,82672$

II..... $0,821487\,dM + 2,640667_n\,d\mu + 0,597350_n\,d\varphi$
$+ 9,964385\,d\pi + 9,602368 \sin i\,d\Omega + 9,585116_n\,di = 0,88649$

III..... $0,696428\,dM + 2,414955_n\,d\mu + 0,362375_n\,d\varphi$
$+ 9,810089\,d\pi + 9,417481 \sin i\,d\Omega + 9,522127_n\,di = 0,87067$

IV..... $0,890302\,dM + 2,326580_n\,d\mu + 0,229171_n\,d\varphi$
$+ 9,990718\,d\pi + 9,394577 \sin i\,d\Omega + 9,769996_n\,di = 0,65225$

Latitudes.

I..... $0,956831\,dM + 1,154159\,d\mu + 9,372294\,d\varphi$
$+ 0,152414\,d\pi + 0,297769_n \sin i\,d\Omega + 9,945691\,di = 0,56703$

II..... $0,974813\,dM + 1,943773\,d\mu + 9,987054\,d\varphi$
$+ 0,175650\,d\pi + 0,244834_n \sin i\,d\Omega + 0,016215\,di = 0,68574_n$

III..... $0,821707\,dM + 2,050433\,d\mu + 0,072328\,d\varphi$
$+ 0,033690\,d\pi + 0,038744_n \sin i\,d\Omega + 9,911331\,di = 0,54845$

IV..... $0,918893\,dM + 2,429424\,d\mu + 0,435368\,d\varphi$
$+ 0,168286\,d\pi + 0,072634_n \sin i\,d\Omega + 0,121808\,di = 0,01703$

La résolution de ces équations donne les changements des éléments en fonction de $d\mu$.

$$\begin{aligned}
dM &= 0,095225\ d\mu + 0'',51\\
d\varphi &= 2,007138_n\ d\mu - 0,87\\
d\pi &= 1,280552\ d\mu + 0,00\\
\sin i\,d\Omega &= 0,851915\ d\mu + 2,33\\
di &= 1,216030_n\ d\mu + 0,93
\end{aligned}$$

A l'aide de ces expressions on obtient les nouvelles équations de condition qui déterminent $d\mu$ et font immédiatement reconnaître les limites entre lesquelles on peut faire varier μ sans que la représentation des lieux normaux cesse d'être satisfaisante.

	Longitudes.	Latitudes.
I.....	$-0,0505\,d\mu - 1'',1 = 0$	$+0,0505\,d\mu + 3'',1 = 0$
II.....	$+0,0605\,d\mu + 0,3 = 0$	$-0,0420\,d\mu - 5,7 = 0$
III.....	$+0,0125\,d\mu + 2,6 = 0$	$-0,0705\,d\mu + 3,0 = 0$
IV.....	$-0,0155\,d\mu - 1,0 = 0$	$+0,0445\,d\mu + 0,7 = 0$

Pour $d\mu = +19'',028$, les écarts deviennent minima. Les éléments correspondants sont :

Digitized by Google

1858 mai 4,1, t. m. de Paris.

M.....	0.10. 4",6	
π.....	200.46.27,1	équin. et éclipt. moy. de 1858,0.
☊.....	175. 3.56,3	
i.....	19.30. 0,2	
φ.....	42.23.19,2	
log*a*.....	0,546752	
μ.....	536",881	

Ces éléments laissent subsister les écarts suivants dans la représentation des quatre lieux :

	Calcul direct.		Calcul différentiel.	
	cos β Δλ.	Δβ.	cos β Δλ.	Δβ.
I.....	+626",7	— 34",5	—0",2	+2",1
II.....	+541,4	—142,0	—0,8	—4,9
III.....	+450,0	—225,8	+3,3	+6,1
IV.....	+231,4	—372,9	—0,7	—0,2

Ces écarts montrent que l'influence des termes d'ordre supérieur est très considérable. Il a fallu répéter deux fois la résolution des équations de condition pour obtenir les éléments définitifs :

1858 mai 4,1, t. m. de Paris.

(III)	M.....	0.10. 4",7	
	π.....	200.46.27,1	équin. et éclipt. moy. de 1858,0.
	☊.....	175. 4. 8,5	
	i.....	19.30. 2,0	
	φ.....	42.21. 5,2	
	log*a*.....	0,546752	
	μ.....	536",881	

Le calcul direct donne les écarts

	I.	II.	III.	IV.
cos β Δλ.....	—0",7	—0",9	+3",4	—0",1
Δβ.....	+3",4	—5",8	+5",3	—0",3

A cause de la grandeur de l'influence des termes d'ordre supérieur, il est assez difficile de trouver exactement la limite inférieure de μ, parce que les éléments résultants sont fort différents des éléments (I) qui ont fourni les coefficients différentiels. Il n'est pas sûr que les écarts des lieux normaux, qu'on obtiendrait après avoir tenu compte des termes d'ordre supérieur, deviendraient identiques à ceux que donnent les équations de condition. Par contre, la limite supérieure de μ se détermine aisément à l'aide des diffé-

Digitized by Google

rences suivantes entre les lieux normaux et les positions déduites des éléments (I) :

	I.	II.	III.	IV.
$\cos\beta\,\Delta\lambda$	$+2'',1$	$-4'',1$	$+5'',5$	$+7'',0$
$\Delta\beta$.....	$-0'',5$	$-4'',5$	$+9'',2$	$-0'',3$

En négligeant les termes d'ordre supérieur, je trouve les deux systèmes d'éléments suivants :

	1858 mai 4,1, t. m. de Paris.		Équin. et éclipt. moyens de 1858,0.	
M.....	0°. 8'.41",7		0°.11'.36",3	
π.....	200.25.16,5		201.10.39,4	
☊.....	174.40.17,6		175.31.10,1	
i.....	19.48.15,4	(IV)	19. 9.15,5	(V)
φ.....	44.16. 9,4		40.11.18,7	
μ.....	470",282		612",193	
Durée de révol.	$7^{ans},54$		$5^{ans},80$	

Écarts résultant des équations de condition :

	$\cos\beta\,\Delta\lambda$.	$\Delta\beta$.	$\cos\beta\,\Delta\lambda$.	$\Delta\beta$.
I.....	$-3'',5$	$+5'',5$	$+3'',5$	$-1'',2$
II.....	$+3,2$	$-7,7$	$-5,8$	$-2,2$
III.....	$+4,5$	$-0,6$	$+3,6$	$+12,5$
IV.....	$-1,7$	$+2,8$	$+0,2$	$-3,1$

La comète 1858, III, peut, comme toutes les comètes du même groupe, se rapprocher très sensiblement de Jupiter. Le petit Tableau suivant donne, pour les éléments IV, III et V, les plus courtes distances de la comète à l'orbite de Jupiter, ainsi que ses coordonnées héliocentriques rapportées à l'équinoxe de 1880,0 :

	IV.	III.	V.
Longitude héliocentrique.	352°.52'	356°.47'	2°.50'
Latitude héliocentrique...	+0°.46'	−0°.30'	−2°.26'
Plus courte distance.....	0,250	0,074	0,133
	En dehors de l'orbite de Jupiter.		En dedans.

Si la véritable durée de révolution était un peu plus petite que d'après les éléments les plus probables, la comète se rapprocherait encore plus sensiblement de l'orbite de Jupiter. D'après l'hypothèse III, la comète aurait été, en 1879-1880, assez rapprochée de Jupiter pour subir de sa part des perturbations considérables. Le rapprochement eût été encore plus fort si la durée de révolution était plus grande.

Digitized by Google

REMARQUES CONCERNANT LA COMÈTE PONS-BROOKS;

PAR M. W. TEMPEL, A ARCETRI.

Le 25 septembre dernier, en dirigeant sur la comète Pons-Brooks le petit chercheur, je fus surpris de lui trouver un éclat inaccoutumé; mon étonnement augmenta en l'observant avec la lunette d'Amici. Il n'y avait presque pas de nébulosité : on eût dit un petit amas d'étoiles très serrées, d'une finesse uniforme, circonstance qui rendait l'observation au micromètre circulaire particulièrement difficile. La comète n'avait pas de centre apparent, tandis que, le 7, le 8 et le 11 septembre, la nébulosité ronde, de 3′ de diamètre, avait toujours présenté un centre stellaire bien défini.

L'augmentation d'éclat, qui s'est manifestée du 21 au 25 septembre, a été constatée par beaucoup de témoins. On l'attribue à une sorte d'éruption lumineuse, mais je crois qu'elle pourrait s'expliquer par une transparence exceptionnelle de l'atmosphère. J'ai gardé le souvenir de quelques cas analogues, par exemple celui de l'apparence que la nébuleuse de Mérope offrait les 19 et 20 octobre 1859. Au commencement d'octobre, la comète avait repris son aspect ordinaire, celui d'un disque planétaire uniforme, avec une très petite étoile au centre.

Voici encore une observation toute semblable, que je retrouve dans mes papiers. Au mois de février 1877, j'avais fait un dessin de trois nébuleuses voisines (Catalogue général, 2203-2207 et 2211). En le comparant plus tard au ciel, je fus très étonné de trouver les deux nébuleuses de 1re classe (H. 17-18), l'une et l'autre d'un diamètre de 3′, privées de leur nébulosité : le centre seul avait l'apparence d'une étoile, pour ainsi dire écrasée, comme on les voit lorsqu'elles ne sont pas au foyer. Je commençais à craindre que ma vue ne fût sérieusement fatiguée et m'abstins pendant quelques jours de toute observation. Mais, en recommençant à dessiner d'autres nébuleuses, je ne vis plus rien de pareil, et j'aurais fini par oublier l'observation en question, si elle ne m'était revenue à l'esprit en voyant la comète à son tour se dégager comme d'un voile. Il me semble qu'il y a là l'indice d'une influence atmosphérique.

Ces analogies d'aspect n'impliquent pas l'identité de matière, et je ne puis m'empêcher de songer, à ce propos, à un autre rappro-

Digitized by Google

chement que j'ai fait en lisant une observation de M. H. Lancaster. Au-dessus de la chute du Niagara, il s'élève un brouillard d'une blancheur éblouissante; à une certaine hauteur, il se décompose en cumulus bien définis, qui se détachent de la masse et prennent un mouvement horizontal dans la direction où souffle le vent. Eh bien, voici ce que j'ai vu plusieurs fois à Marseille. Les jours de mistral, j'étais obligé de m'établir à la fenêtre sud-est de la chambre et de bien fermer la fenêtre opposée, car le vent bombardait les vitres et les cassait quelquefois avec des grains de sable emportés. J'ai vu alors, sur le ciel si merveilleusement bleu, une sorte de paroi blanchâtre, nettement découpée vers le haut. C'était sans doute la poussière soulevée par le mistral, qui en trouvait assez sur son passage par la ville, où l'on abattait et construisait alors des centaines de maisons, d'une pierre calcaire très friable. Quelle ne fut pas ma surprise, en voyant se détacher du bord supérieur de cette paroi grise de petits nuages qui s'élevaient par bouffées en s'élargissant! Ces nuages se confondaient ensuite, et le vent les chassait vers le sud-est. La poussière de sable produit donc des apparences en tout point semblables à celles de la poussière d'eau.

Si les changements d'éclat de la comète Pons, constatés vers la fin de novembre, étaient dus à une cause atmosphérique, n'auraient-ils pas quelque rapport avec les troubles qui ont commencé à se manifester à la même époque? Tous les observateurs connaissent ces changements de transparence inexpliqués qui surviennent par le ciel le plus serein, comme des voiles invisibles qui tantôt se forment, tantôt se déchirent tout à coup. M. Safarik les a bien décrits, et il est facile d'en retrouver la trace dans les descriptions que M. d'Arrest fait de la même nébuleuse, observée à deux époques différentes, lorsqu'on est soi-même familiarisé avec l'objet qu'il décrit.

OBSERVATIONS

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS (ÉQUATORIAL DE $0^m,38$, TOUR DE L'EST);

PAR MM. HENRY.

Satellite de Neptune.

1881.	Heure de l'obs.	Distances.	Angles de pos.	N. de comp.
	h m s	"		
FÉVRIER 29.....	7.38.37	8,91	»	20
MARS 14.....	7.30. 2	11.74	»	20

Digitized by Google

1884.		Heure de l'obs. h m s	Distances. "	Angles de pos. °	N. de comp.
MARS	14.....	7.39.28		20,8	6
	17.....	7.39.25	11,23		10
	18.....	7.48. 6	10,22		18
	Premier satellite d'Uranus (Ariel).				
MARS	17.....	11.21. 3	13,94		20
	17.....	11.35.13		187,2	6
	21.....	12. 1.29	13,74		18
	Deuxième satellite d'Uranus (Umbriel).				
MARS	5.....	11.45.36	20,74		20
	5.....	12. 0.35		197,5	6
	20.....	10. 9.33	18,03		20
	20.....	10.25.25		17,9	6
	24.....	9.10.49	20,59		20
	24.....	9.25.55		16,4	6
	Troisième satellite d'Uranus (Titania).				
MARS	15.....	11.17.21	33,32		20
	15.....	11.31.44		191,5	6
	17.....	11.59.32	13,35		20
	17.....	12.15.56		218,7	6
	18.....	11.37.55	13,10		20
	18.....	11.51.21		351,8	6
	20.....	11.52.16	33,71		20
	20.....	12. 8.48		19,4	6
	24.....	9.55.47	34,23		20
	24.....	10. 8.58		194,2	6
	28.....	8.56. 1	32,85		20
	28.....	9. 7.16		12,1	6
	Quatrième satellite d'Uranus (Obéron).				
FÉVRIER	29.....	10.53.54	17,33		20
	29.....	11. 6.23		38,6	6
MARS	13.....	12. 7.36	26,22		20
	13.....	12.18.11		29,2	6
	15.....	11.51. 0	16,59		20
	15.....	12. 4.33		181,3	6
	17.....	12.31.27	44,22		20
	17.....	12.41.21		192,1	6
	18.....	11. 3.57	45,83		20
	18.....	11.18.38		196,5	6
	20.....	10.46.21	22,69		20
	20.....	10.56.40		213,3	6
	24.....	10.24.58	45,56		20
	24.....	10.36. 2		13,5	6

Digitized by Google

OBSERVATIONS DES PETITES PLANÈTES

(107), (115), (131), (141), (167), (189), (195), (196) ET (199),

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS (ÉQUATORIAL DE LA TOUR DE L'OUEST, DE $0^m,305$ D'OUVERTURE);

PAR M. G. BIGOURDAN.

Dates. 1884.	Étoiles de comp.	Grandeurs.	⅄ Planète − ✶	ⓛ Planète − ✶
	(107)		m s	′ ″
AVRIL 22.....	*a* 9 Weisse$_1$ 12^h	9	−2. 4,03	−1.44,0
23.....	*a* Id.	9	−2.26,66	+2.23,9
24.....	*b* 2598 B. D. + 3°	9	−1. 4,15	−2.34,4
	(115)			
FÉV. 27.....	*c* 942 Weisse$_1$ 9^h	8,5	+0.29,63	+6.25,9
29.....	*d* 2232 B. D. + 5°	9	+1.42,97	−0.51,9
MARS 1.....	*d* Id.	9	+0.48,84	+0.40,4
5.....	*e* 2221 B. D. + 5°	9,5	+2.52,88	+5.14,9
7.....	*f* 2207 B. D. + 6°	9,5	−1. 5,30	−5.19,5
	(131)			
AVRIL 19.....	*g* 23212 Lalande	8	+0.16,43	+7.23,8
22.....	*h* 2616 B. D. + 5°	8,5	+1.55,28	−2.57,9
23.....	*h* Id. Id.	8,5	+1.18,14	−2.37,0
24.....	*i* 2613 Id.	9,5	+1.43,81	+2.16,2
24.....	*h* 2616 Id.	8,5	+0.43,38	−2.31,3
25.....	*i* 2613 Id.	9,5	+1. 9,93	+2.11,2
25.....	*h* 2616 Id.	8,5	+0. 9,48	−2.35,7
26.....	*i* 2613 Id.	9,5	+0.38,67	+1.53,2
26.....	*h* 2616 Id.	8,5	−0.21,22	−2.52,8
	(141)			
MARS 29.....	*j* 939 Weisse$_1$ 10^h	8	+1.38,51	−4. 8,9
30.....	*j* Id.	8	+0.56,92	−0.34,3
AVRIL 1.....	*j* Id.	8	−0.24,62	+6.36,9
	(167)			
MARS 29.....	*k* Anonyme	10	+0.16,36	+0.29,7
30	*k* Id.	10	−0.17,90	+4.38,9
AVRIL 1.....	*l* 928 Weisse$_1$ 10^h	8,5	−0.45,81	−2.33,9
	(189)			
MARS 16.....	*m* 20727 Lalande	6,5	+0.57,98	−3. 4,9
16.....	*n* 2410 B. D. + 3°	9,5	+0.17,06	+3.33,7

Digitized by Google

Dates. 1884.		Étoiles de comp.	Grandeurs.	Æ Planète − ✶	Ⓓ Planète − ✶
Mars 17.....	*m*	20727 Lalande	6,5	+0.11,90	+4. 8,3
18.....	*o*	632 Weisse$_1$ 10^h	9	+1.38,80	+5.10,0
19.....	*p*	2403 B. D. + 3°	8,5	+1.41,65	−0. 2,5
30.....	*q*	2358 B. D. + 4°	9	+0.28,93	+3. 9,5
Avril 1.....	*r*	2350 Id.	9	+2.26,07	+0.12,2
		(195)			
Avril 22.....	*s*	13266-67 Arg. Œ$_2$	9	+2. 1,11	+5.16,7
23.....	*s*	Id.	9	+1. 7,97	+7.56,6
24.....	*t*	13252 Arg. Œ$_2$	9	+1.37,32	−4.54,1
25.....	*t*	Id.	9	+0.45,79	−2.13,4
26.....	*t*	Id.	9	−0. 7,25	+0.35,9
		(196)			
Mars 12.....	*u*	1197 Weisse$_2$ 9^h	7,5	+0. 8,52	−4. 1,9
13.....	*u*	Id.	7,5	−0.27,04	−2.27,7
14.....	*u*	Id.	7,5	−1. 5,36	−0.54,5
23.....	*v*	2144 B. D. + 22°	9,5	+0.13,12	−1.19,9
24.....	*x*	984-986 Weisse$_2$ 9^h	9	+2.15,07	+5.44,4
25.....	*x*	Id.	9	−2.34,00	+1.34,9
		(199)			
Mars 30.....	*y*	2696 B. D. + 18°	8,5	−1. 6,59	−2. 5,1
Avril 1.....	*z*	2691 Id.	9	−0.59,80	−1.57,0

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1884.		Æ moy. 1884,0. h m s	Réd. au j. s	Ⓓ moy. 1884,0. ° ′ ″	Réd. au j. ″	Autorités.
Avr. 22...	*a*	12. 3.28,93	+2,33	+ 3. 5. 9,3	−14,6	Weisse$_1$.
23...	*a*	»	+2,33	»	−14,5	Id.
24...	*b*	12. 1.44,6	+2,32	+ 3. 9.30	−14,5	B. D.
Fév. 27...	*c*	9.44.44,67	+2,24	+ 5.31.19,6	−17,1	Weisse$_1$.
29...	*d*	9.41.31,9	+2,24	+ 5.42.14	−17,2	B. D.
Mars 1...	*d*	»	+2,24	»	−17,2	Id.
5...	*e*	9.35.42,0	+2,22	+ 5.44.11	−17,4	Id.
7...	*f*	9.37.57,8	+2,21	+ 5.57.49	−17,4	Id.
Avr. 19...	*g*	12.18.36,88	+2,37	+ 4.58.29,7	−13,9	4 obs. Paris.
22...	*h*	12.15. 5,17	+2,35	+ 5.10.56,1	−13,8	(1)
23...	*h*	»	+2,34	»	−13,7	(1)
24...	*i*	12.14. 5,37	+2,34	+ 5. 6. 9,8	−13,7	(2)
24...	*h*	12.15. 5,17	+2,34	+ 5.10.56,1	−13,7	(1)

(1) Rapportée à *a'* : *h* − *a'* : +4^m.45^s,76 − 3′.58″,0 par 9 : 6 comp.
(2) Id. *a'* : *i* − *a'* : +5.45.56 + 0.48,3 12 : 8 Id.

Digitized by Google

Dates. 1884.			Æ moy. 1884,0. h m s	Réd. au j. s	☾ moy. 1884,0. ° ′ ″	Réd. au j. ″	Autorités.
Avr.	25...	*i*	12.14. 5,37	+2,33	+ 5. 6. 9,8	—13,7	(1)
	25...	*h*	12.15. 5,17	+2,33	+ 5.10.56,1	—13,6	(2)
	25...	*i*	12.14. 5,37	+2,33	+ 5. 6. 9,8	—13,6	(1)
	26...	*h*	12.15. 5,17	+2,33	+ 5.10.56,1	—13,5	(2)
Mars	29...	*j*	10.53.40,08	+2,31	— 3.34.14,9	—18,1	Weisse$_1$.
	30...	*j*	»	+2,30	»	—18,2	Id.
Avr.	1...	*j*	»	+2,29	»	—18,2	Id.
Mars	29...	*k*	10.53.46,35	+2,25	+ 7.18. 8,0	—16,5	(3)
	30...	*k*	»	+2,24	»	—16,4	(3)
Avr.	1...	*l*	10.53. 8,40	+2,23	+ 7.33.16,0	—16,3	Weisse$_1$.
Mars	16...	*m*	10.39.10,76	+2,29	+ 3. 5.52,5	—17,3	2 obs. Paris.
	16...	*n*	10.39.49,9	+2,29	+ 3. 0.1	—17,3	B. D.
	17...	*m*	10.39.10,76	+2,29	+ 3. 5.52,5	—17,3	2 obs. Paris.
	18...	*o*	10.36.55,79	+2,28	+ 3.12.21,5	—17,4	Weisse$_1$.
	19...	*p*	10.36.14,4	+2,27	+ 3.24.29	—17,4	B. D.
	30...	*q*	10.30.39,4	+2,19	+ 4.32.45	—17,3	Id.
Avr.	1...	*r*	10.27.49,12	+2,17	+ 4.47.17,1	—17,2	Bonn B. t. VI.
	22...	*s*	13.50.55,03	+2,86	—16.29.18,6	—10,9	Arg. Œ$_2$.
	23...	*s*	»	+2,86	»	—11,0	Id.
	24...	*t*	13.49.33,23	+2,86	—16.12.42,8	—11,1	Id.
	25...	*t*	»	+2,86	»	—11,1	Id.
	26...	*t*	»	+2,87	»	—11,2	Id.
Mars	12...	*u*	9.58. 8,26	+2,25	+23. 7.49,6	—14,7	Weisse$_2$.
	13...	*u*	»	+2,25	»	—14,6	Id.
	14...	*u*	»	+2,24	»	—14,5	Id.
Avr.	23...	*v*	9.49.44,3	+1,74	+22.11.52	—11,1	B. D.
	24...	*x*	9.47.57,78	+1,72	+21.59.57,9	—11,1	Weisse$_2$.
	25...	*x*	»	+1,70	»	—10,9	Id.
	30...	*γ*	13. 3.48,97	+2,47	+18. 5.51,7	—13,2	Bonn B. t. VI.
Avr.	1...	*z*	13. 2. 8,3	+2,49	+18.13.46	—13,0	B. D.
		a′	12. 9.19,61	»	+ 5.10. 7,8	»	108 W$_1$ 12^h.
		b′	10.55.45,04	»	+ 7.29.36,6	»	975 W$_1$ 10^h.

Positions apparentes des planètes.

Dates. 1884.		T. m. de Paris.	Æ appar.	Log. f. p.	☾ appar.	Log. f. p.	N. de comp.
				(107)			
		h m s	h m s		° ′ ″		
Avr.	22...	10.54.5	12. 1.27,23	$\bar{2}$,991	+ 3. 3.10,7	0,801	15:10
	23...	10.56.29	12. 1. 4,60	$\bar{1}$,036	+ 3. 7.18,7	0,801	15:10
	24...	11. 1.27	12. 0.42,8	$\bar{1}$,093	+ 3. 6.41	0,801	18:12

(1) Rapportée à *a′* : *i* — *a′* : —5^m.45^s,56 — 3′.58″,0 par 9 : 6 comp.
(2) Id. *a′* : *h* — *a′* : —4.45,66 + 0.48,3 12 : 8 Id.
(3) Id. *b′* : *k* — *b′* : —1.58,69 —11.28,6 11 : 8 Id.

Digitized by Google

Dates. 1884.	T. m. de Paris.	Æ appar.	Log. f. p.	☉ appar.	Log f. p.	N. de comp.
			(115)			
	h m s	h m s		° ′ ″		
Fév. 27...	12.14.8	9.45.16,54	$\bar{2}$,990	+ 5.37.28,4	0,782	18:20
29...	10.56.53	9.43.17,1	$\bar{2}$,227$_n$	+ 5.41. 5	0,780	15:10
Mars 1...	9. 3.14	9.42.23,0	$\bar{1}$,287$_n$	+ 5.42.37	0,785	18:12
5...	9.55.39	9.38.37,1	$\bar{2}$,899$_n$	+ 5.49. 9	0,780	12:8
7...	8.31.53	9.36.54,7	$\bar{1}$,295$_n$	+ 5.52.12	0,784	3:2
			(131)			
Avr. 19...	11.44.37	12.18.55,68	$\bar{2}$,522	+ 5. 5.39,6	0,785	12:20
22...	9.34.4	12.17. 2,80	$\bar{2}$,806$_n$	+ 5. 7.44,4	0,785	15:10
23...	10. 9.18	12.16.25,65	$\bar{3}$,576	+ 5. 8. 5,4	0,784	18:12
24...	9.54.20	12.15.51,52	$\bar{2}$,148$_n$	+ 5. 8.12,3	0,784	15:10
24...	10.10.20	12.15.50,89	$\bar{2}$,123	+ 5. 8.11,1	0,759	12:12
25...	10.23.36	12.15.17,63	$\bar{2}$,638	+ 5. 8. 7,3	0,768	12:8
25...	10.39.10	12.15.16,98	$\bar{2}$,845	+ 5. 8. 6,8	0,768	16:18
26...	10.11.22	12.14.46,37	$\bar{2}$,842	+ 5. 7.49,4	0,768	18:18
26...	10.11.22	12.14.46,28	$\bar{2}$,842	+ 5. 7.49,8	0,768	12:18
			(141)			
Mars 29...	11. 3.42	10.55.20,90	$\bar{2}$,823	— 3.38.41,9	0,844	18:12
30...	10.25.34	10.54.39,30	$\bar{3}$,985	— 3.35. 7,4	0,844	21:14
Avr. 1...	9.56.59	10.53.17,75	$\bar{2}$,368$_n$	— 3.27.56,2	0,843	18:18
			(167)			
Mars 29...	9.33.26	10.54. 4,96	$\bar{2}$,929$_n$	+ 7.18.21,2	0,767	20:18
30...	9.18.23	10.53.30,69	$\bar{1}$,011$_n$	+ 7.22.30,5	0,767	20:18
Avr. 1...	9. 0.9	10.52.24,82	$\bar{1}$,071$_n$	+ 7.30.25,8	0,767	18:24
			(189)			
Mars 16...	9.38.42	10.40.11,03	$\bar{1}$,135$_n$	+ 3. 2.30,3	0,802	21:18
16...	9.34.41	10.40. 9,3	$\bar{1}$,135$_n$	+ 3. 3.17	0,802	14:18
17...	9.47.41	10.39.24,95	$\bar{1}$,033$_n$	+ 3. 9.43,5	0,800	20:18
18...	11. 7.25	10.38.36,87	$\bar{2}$,538	— 3.17.14,1	0,798	18:12
19...	9.34.0	10.37.58,3	$\bar{1}$,062$_n$	+ 3.24. 9	0,799	18:12
30...	11.37.29	10.31.10,5	$\bar{1}$,222	+ 4.35.37	0,791	30:18
Avr. 1...	11. 6.40	10.30.17,36	$\bar{1}$,122	+ 4.47.12,1	0,789	15:10
			(195)			
Avr. 22...	12. 5.8	13.52.59,00	$\bar{2}$,501	—16.24.12,8	0,903	14:10
23...	12. 0.38	13.52. 5,86	$\bar{2}$,508	—16.21.33,0	0,903	18:12
24...	11.53.26	13.51.13,41	$\bar{2}$,448	—16.17.48,0	0,903	15:10
25...	11.16.22	13.50.21,88	$\bar{2}$,465$_n$	—16.15. 7,3	0,903	18:18
26...	11.35.26	13.49.28,85	$\bar{2}$,116	—16.12.18,1	0,903	30:18

Digitized by Google

Dates. 1884.	T. m. de Paris.	Æ appar.	Log. f. p.	☋ appar.	Log. f. p.	N. de comp
			(196)			
	h m s	h m s		° ′ ″		
Mars 12...	10.50.54	9.58.19,03	$\bar{2}$,483	+23. 3.33,0	0,582	16:18
13...	9.50.35	9.57.43,47	$\bar{2}$,860$_n$	+23. 5. 7,3	0,585	20:18
14...	11. 5.25	9.57. 5,14	$\bar{2}$,866	+23. 6.40,6	0,585	14:18
23...	9.27.11	9.49.59,2	$\bar{1}$,274	+22.10.21	0,620	22:24
24...	9.12.47	9.50.14,57	$\bar{1}$,231	+22. 5.31,2	0,617	15:10
25...	8.57.46	9.45.25,48	$\bar{1}$,203	+22. 1.21,9	0,616	15:10
			(199)			
Mars 30...	12.39.9	13. 2.44,85	$\bar{2}$,312	+18. 3.33,4	0,653	15:10
Avr. 1...	12. 0.50	13. 1.11,0	$\bar{2}$,493$_n$	+18.11.36	0,651	18:12

OBSERVATIONS DE PLANÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE D'ALGER, (TÉLESCOPE DE 0m,50);

PAR M. CH. TRÉPIED.

Dates.	T. m. d'Alger.	ΔÆ.	Δ☋.	N. de comp	Æ app.	log p Δ.	☋ app.	log p′Δ.	★
				(78) Diana.					
				Février 1884.					
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
15...	11.52.56	−1.43,27	+11.37,4	19:10	9.37.44,96	$\bar{3}$,898$_n$	+17.12.42,5	0,468	*a*
21...	10.30.40	+1. 1,05	+ 6. 4,1	11:16	9.31.41,52	$\bar{1}$,079$_n$	+17. 3.13,1	0,479	*b*
22...	8.54.11	+0. 7,18	+ 4.16,4	24: 9	9.30.47,65	$\bar{1}$,475$_n$	+17. 1.25,4	0,528	*b′*
23...	11.22.50	−0.56,61	+ 2.12,5	10: 5	9.29.43,86	$\bar{2}$,529	+16.59.21,6	0,473	*b″*
				Mars.					
1...	10. 3. 5	+1.49,08	+ 7.42,8	21:10	9.23.46,14	$\bar{2}$,934$_n$	+16.44.16,5	0,483	*e*
10...	10.34.48	+1.43,87	+ 2.14,5	10: 3	9.18. 7	$\bar{2}$,837	+16.19.17	0,490	*g*
				(147) Protogenia.					
				Février.					
26...	12.16.29	+1.10,49	+ 5. 3,0	13: 6	9.14.39,92	$\bar{1}$,253	+13.17.38,8	0,558	*c*
28...	9.32.43	−0. 6,42	− 0.43,6	27:10	9.13.24,75	$\bar{1}$,163$_n$	+13.23.44,8	0,548	*d*
				(11) Parthénope.					
				Mars.					
14...	9.39.41	+0.12,20	− 3.35,3	21:20	11. 7.29,58	$\bar{1}$,374$_n$	+11. 0.56,0	0,602	*h*
15...	9.51. 8	−0.42,02	+ 2.56,8	20:10	11. 6.35,36	$\bar{1}$,309$_n$	+11. 7.28,1	0,595	*h*

Digitized by Google

Dates.	T. m. d'Alger.	Δ ☊.	Δ ☋.	N. de comp.	☊ app.	log p Δ	☋ app.	log p' Δ.	★
				(196) Philomela.					
				MARS.					
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
14...	11.33.33	—1. 5,92	— 0.53,5	26:14	9.57. 4,59	$\bar{1}$,190	+23. 6.41,7	0,340	*k*
16...	10.34.27	—2.14,00	+ 1.29,7	12: 6	9.55.56,50	$\bar{2}$,607	+23. 9. 5,1	0,320	*k'*
21...	12.11 48	+0.12,99	— 0.53,0	27:17	9.53.20,52	$\bar{1}$,465	+23.12.37,8	0,410	*i*
22...	8.56.38	+1.18,24	+ 0. 7,8	20:10	9.52.57,59	$\bar{1}$,074*n*	+23.12.51,3	0,333	*j*
				(79) Eurynome.					
				MARS.					
22...	10.33.36	—1. 3,38	—12. 0,2	29:14	10.52. 0,17	2,449*n*	+ 2.36.44,4	0,694	*l*
24...	11.18.26	—2.31,55	+ 1.43,7	27:14	10.50.31,99	$\bar{2}$,907	+ 2.50.28,3	0,691	*l'*

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	α 1884.0.	Réd. au jour	δ 1884.0.	Red. au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a	8,5	9.39.26,01	+2,22	+17. 1.21,3	—16,2	W_2 9^h,802.
b	6,3	9.30.38,22	+2,25	+16.57.25,1	—16,1	W_2 9^h,612.
b'	6,3	9.30.38,22	+2,25	+16.57.25,1	—16,1	Id.
b''	6,3	9.30.38,22	+2,25	+16.57.25,1	—16,0	Id.
c	9,0	9.13.27,21	+2,22	+13.12.52,0	—16,2	W_1 9^h,234.
d	9,0	9.13.28,96	+2,21	+13.24.44,6	—16,2	W_1 9^h,235.
e	9,4	9.21.54,82	+2,23	+16.36.49,5	—15,8	Comparaison avec *j*.
f	9,5	9.16.55,70	+2,23	+16.39.37,4	—15,7	Bonn VI + 16°, 1958.
g	8,2	9.16.21,44	+2,17	+16.17.18	—15,5	B. D. + 16°, 1950.
h	8,0	11. 7.15,10	+2,28	+11. 4.47,5	—16,2	W_1 11^h,73.
k	8,0	9.58. 8,27	+2,24	+23. 7.49,7	—14,5	W_2 9^h,1197.
k'	8,0	9.58. 8,27	+2,23	+23. 7.49,7	—14,3	Id.
i	8,5	9.53. 5,35	+2,18	+23.13.44,7	—13,8	Comparaison avec *j*.
j	8,5	9.51.37,18	+2,17	+23.12.57,2	—13,7	W_2 9^h,1067.
l	9,0	10.53. 1,25	+2,30	+ 2.49. 1,8	—17,2	W_1 9^h,926.
l'	9,0	10.53. 1,25	+2,29	+ 2.49. 1,8	—17,2	Id.

Remarques.

1° L'étoile *e* du 1er mars est B.D + 16°, 1968; en la comparant avec *f* Bonn VI + 16°, 1968, on a trouvé :

$e - f = + 4^m 59^s 13$ ..... — 2′48″,0 Nombre de comp.... 8 : 8
Réduction au jour = + 2ˢ,23 .. — 15″,8

2° L'étoile *g* du 10 mars, bien que marquée K dans les zones d'Argelander, ne se trouve pas dans le Catalogue de Weisse.

Digitized by Google

3° L'étoile i du 21 mars est B.D + 23°,2165; en la comparant avec j W_2, 9^h,1067, on a obtenu :

$i - j = + 1^m 28^s,17$ ..... $+ 0'47'',4$ Nombre de comp.... 11 : 14
Réduction au jour $= + 2^s,18$. $- 13'',8$

OBSERVATIONS DES PETITES PLANÈTES,

FAITES AU GRAND INSTRUMENT MÉRIDIEN DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS, PENDANT LES TROISIÈME ET QUATRIÈME TRIMESTRES DE L'ANNÉE 1883;

PAR M. H. RENAN.

Dates 1883.		T. m. de Paris.	AR	Corr. éph.	P	Corr. éph.
			(202) Chryséis.			
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″
JUILL.	9...	9.51.30	17. 1.25,01	»	102.59.33,2	»
			(58) Concordia.			
JUILL.	6...	11. 6.44	18. 5. 2,40	+ 5,32	106. 9.58,9	— 0,8
	9...	10.52.30	18. 2.35,24	+ 5,32	106.15.18,4	+ 0,6
			(234) Barbara (1).			
SEPT.	24...	9. 0.36	21.13.57,39	»	113.23.54,7	»
			(204) Callisto (1).			
OCT.	2...	10.37.25	23.22.34,80	+ 2,31	87.34.13,4	— 15,3
			(2) Pallas.			
OCT.	26...	10.46.23	1. 6.11,98	— 1,38	108.46.27,2	— 2,7
	31...	10.23.14	1. 2.41,96	— 1,28	109.36.46,0	— 2,4
NOV.	20...	8.55. 5	0.53. 9,69	— 0,91	111.33.39,6	— 2,5
	23...	8.42.38 (2)	0.52.30,03	— 0,90	»	»
	27...	8.26.22	0.51.57,70	— 1,16	111.44.51,8	— 1,2
DÉC.	1...	8.10.31 (2)	0.51.50,09	— 0,91	111.45.12,7	— 0,7
	6...	7.51.15	0.52.14,25	— 1,02	111.40. 0,4	— 2,2
	7...	7.47.29	0.52.23,66	— 0,97	111.38.14,3	— 4,4
			(32) Pomone.			
OCT.	22...	11.21.58	1.26. 6,01	— 1,80	78.37.13,9	+ 13,0
	26...	11. 2.55 (2)	1.22.47,03	— 2,10	79. 4.45,3	+ 11,9
	31...	10.39.21	1.18.51,44	— 1,95	79.38.30,0	+ 10,4

(1) On n'a pu s'assurer si l'astre observé était bien la planète.
(2) Observation douteuse, faite à travers les nuages.

Digitized by Google

Dates 1883		T. m. de Paris.	⋇	Corr. éph.	Dist. pol.	Corr. éph.
			(13) Égérie.			
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Oct.	22...	11.29.19	1.33.28,65	+ 0,73	89.36.53,5	— 15,4
	31...	10.44.32	1.24. 3,10	+ 0,64	89.25.44,2	— 13,0
			(90) Antiope.			
Oct.	26...	11.28.49	1.48.45,33	+ 1,62	»	»
	31...	11. 5.20	1.44.54,40	+ 1,70	81.28.52,0	— 15,7
			(95) Aréthuse.			
Nov.	7...	11.17.39	2.24.51,57	—67,41	67.29. 9,4	+120,6
	10...	11. 3.38	2.22.37,54	—66,67	67.56.50,7	+124,4
	20...	10.17.42	2.15.59,96	—64,03	69.30. 0,1	+128,4
	23...	10. 4.15(2)	2.14.20,53	»	69.57.27,4	»
	27...	9.46.37	2.12.25,76	»	70.32.42,3	»
Déc.	1...	9.29.21	2.10.53,01	»	71. 6.27,2	»
	7...	9. 4.12	2. 9.18,97	»	71.53. 4,3	»
			(186) Céluta (1).			
Déc.	7...	10.27.58	3.33.18,70	»	52.50.56,4	»
			(19) Fortuna.			
Nov.	27...	11.55.57	4.22. 7,38	+20,59	70. 8.38,4	— 36,5
Déc.	4...	11.21.21	4.15. 1,53	+20,53	70.31.10,3	— 36,7
	5...	11.16.27(2)	4.14. 2,93	+20,57	70.34.15,6	— 37,9
	6...	11.11.33	4.13. 4,82	+20,24	70.37.16,3	— 41,1
	7...	11. 6.40(2)	4.12. 7,95	+20,21	70.40.18,8	— 39,8

Les comparaisons de Pallas se rapportent à l'éphéméride du *Nautical Almanac;* celles de Callisto et d'Aréthuse, aux éphémérides publiées dans les nos 211 et 214 des circulaires du *Berliner Jahrbuch;* toutes les autres se rapportent aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch.*

(1) On n'a pu s'assurer si l'astre observé était bien la planète.

(2) Observation douteuse, faite à travers les nuages.

Digitized by Google

MESURES MICROMÉTRIQUES D'ÉTOILES DOUBLES [1],

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE NICE;

PAR M. PERROTIN.

Σ 299 (A 3,2 verdâtre; B 6,5 orangé).

1883,89	2.23	289,6	2,95	V	*a*
1883,97	2.48	290,7	2,91	V	*a*
1883,98	2.23	288,7	2,94	V	*a*
1883,947		289,67	2,933		

Σ 305 (A 7,2 jaune orangé; B 8,2 jaune orangé).

1883,84	2.52	317,6	2,91	V	*a*
1883,87	2.19	319,4	3,05	V	*b*
1883,89	2.40	318,6	2,76	V	*a*
1883,867		318,53	2,907		

Σ 326 (A 7,2 orangé; B 9,5 rouge).

1883,84	3.10	217,0	8,24	V	*a*
1883,91	2.35	217,3	8,13	V	*b*
1884,00	6.10	216,2	8,26	V	*a*
1883,917		216,83	8,210		

Σ 333 (A 5,7 blanche; B 6,3 vert clair).

1883,84	3. 0	199,0	1,10	VI	*a*
1883,87	2.38	197,1	1,31	V	*c*
1883,89	2.48	199,0	1,22	V	*b*
1883,867		198,37	1,210		

Σ 336 A 6,6 orangé; B 8,4 jaune cendré).

1883,84	3.20	8,1	8,61	V	*a*
1883,87	2.28	6,8	8,71	V	*b*
1883,89	2.55	7,4	8,68	V	*b*
1883,91	2.50	7,0	8,66	V	*b*
1883,877		7,33	8,665		

Σ 346 (A 6,0 blanche; B 6,2 blanche; C 10,2 rouge).

1883,97	3.18	91,2	0,52	VI	*b*
1884,02	3. 2	89,8	0,44	V	*b*
1883,995		90,50	0,480		

[1] Voir *Bulletin*. I, p. 133.

Digitized by Google

$\frac{A+B}{2}$ et C.

	h m	°	″		
1883,97	3.28	356,2	5,33	V	*a*
1884,02	3. 8	357,0	5,66	V	*b*
1883,995		356,60	5,495		

Σ 360 (A 7,6; B 8,1).

1883,87	2.49	139,0	1,93	V	*b*
1883,91	2.58	140,3	1,89	V	*a*
1883,890		139,65	1,910		

Σ 376 (A 7,4; B 7,6).

1883,94	3.30	251,1	7,09	V	*b*
1884,05	3.45	250,0	6,97	V	*b*
1883,995		250,55	7,030		

Σ 381 (A 7,4; B 8,5).

1883,87	2.59	94,7	1,04	VI	*c*
1883,91	3. 9	94,1	0,95	VI	*b*
1883,890		94,40	0,995		

(*A suivre.*)

CORRESPONDANCE.

M. le Professeur H.-A. Howe calcule en ce moment l'orbite de la grande comète de septembre 1882; il recevra avec plaisir les observations de cette comète, que voudront bien lui envoyer les lecteurs du *Bulletin astronomique*, à l'adresse suivante : M. H.-A. Howe, à l'Université de Denver, Colorado, États-Unis d'Amérique.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

MARCUSE (Adolph). — Ueber die physische Beschaffenheit der Cometen, 75 p. in-4°. — Berlin, 1884. Stankiewicz.

La théorie des phénomènes cométaires étant, depuis quelque temps, le sujet d'assez vives controverses, on doit savoir gré à M. Marcuse d'avoir

Digitized by Google

entrepris de nous donner un exposé historique et critique des travaux les plus importants qui ont été publiés sur cette matière.

Dans une courte introduction [où nous regrettons de ne rencontrer aucune mention des recherches d'Édouard Roche ni de celles de Benj. Peirce, de W.-A. Norton (1), etc., toutes provoquées par la comète de Donati], il esquisse rapidement les progrès que la théorie des queues a faits depuis Newton jusqu'à nos jours. Une première tentative pour la fonder sur l'hypothèse d'une force répulsive émanée du Soleil avait été faite par Brandes; mais c'est surtout Bessel qui l'a établie sur des fondements solides, dans son célèbre Mémoire sur la comète de Halley, qui a paru en 1835 (*Astronomische Nachrichten*, n°s 300-302).

La théorie de Bessel a été appliquée par C. Pape à la comète de Donati (*Astronomische Nachrichten*, n° 1172), et à d'autres comètes par M. Winnecke et par M. Bredichin (*Annales de l'observatoire de Moscou*). Son Mémoire a été reproduit par Zœllner et par Engelmann (t. Ier des *Œuvres de Bessel*); mais les éditeurs successifs ont laissé subsister la plupart des petites incorrections dont sont entachées les formules du Mémoire original. M. Marcuse s'est appliqué à développer la démonstration de ces formules, en y corrigeant toutes les fautes, qu'il relève minutieusement dans des notes placées au bas des pages, pour le Mémoire original aussi bien que pour les éditions subséquentes.

L'idée de Bessel consiste à déterminer les coordonnées relatives d'une particule libre qui a quitté la sphère d'action de la comète et se meut désormais sous l'influence d'une force centrale μ, tandis que la comète obéit à l'attraction ordinaire, qui est prise pour unité.

Soient x, y les coordonnées de la comète; X, Y celles de la particule libre (située dans le plan de l'orbite); en désignant les dérivées par des accents, les équations du mouvement pourront s'écrire comme il suit :

$$(1) \qquad x'' + \frac{x}{r^3} = 0, \quad \ldots, \quad X'' + \mu \frac{X}{R^3} = 0, \quad \ldots.$$

Au lieu de les intégrer jusqu'au bout pour obtenir l'orbite de la particule libre, Bessel développe les coordonnées suivant les puissances ascendantes de l'intervalle t écoulé depuis la séparation de la particule, en s'arrêtant à t^3, et il se sert des équations différentielles pour déterminer les coefficients des deux derniers termes. Soient x_0, X_0 les valeurs de x, X pour $t = 0$, on a d'abord

$$X = X_0 + t X_0' + \tfrac{1}{2} t^2 X_0'' + \tfrac{1}{6} t^3 X_0''',$$

(1) B. Peirce, *Gould's Astr. Journ.*, V et VI, 1858; *Proc. Am. Acad.*, IV. — Norton, *Am. Journ. of Science*, 1859-1861.

Digitized by Google

et les équations (1) permettent d'introduire X_0, X'_0 à la place de X''_0, X'''_0.

Ensuite on pose

$$X_0 = a + x_0 = a + x - tx' + \ldots,$$
$$X'_0 = \alpha + x'_0 = \alpha + x' - tx'' + \ldots;$$

on introduit x, x' à la place de x'', x''', et l'on trouve enfin

$$X - x = a + t\alpha + \ldots.$$

Les différences $X - x$, $Y - y$ s'expriment ainsi en fonctions des quantités données x, y, x', y', et des quantités inconnues a, b, α, β, qui sont les coordonnées et les vitesses relatives de la particule libre pour $t = 0$. On peut aussi dire que a, b, α, β sont les projections de la distance primitive f (égale au rayon d'action de la comète) et de la vitesse initiale g; Bessel admet que le rayon f est assez petit pour qu'on puisse négliger les produits $f^2 t^2$ et ft^2.

En projetant $X - x$, $Y - y$ sur le rayon vecteur r de la comète et sur un axe perpendiculaire, on obtient les coordonnées relatives ξ, η, rapportées à ces axes mobiles. Mais les expressions de ξ, η renferment alors les projections analogues des droites f, g, qu'il faut encore remplacer par leurs projections rapportées à r_0; en éliminant l'angle (r, r_0). Après ces transformations successives, on a

$$(2) \qquad \xi = \xi_0 + t(\xi'_0) + \ldots, \quad \eta = \eta_0 + t(\eta'_0) + \ldots,$$

où les coefficients (ξ'_0), (η'_0) ne se confondent pas avec les dérivées ξ'_0, η'_0. En effet, soient g_1, g_2 les composantes de la vitesse g, l'une parallèle, l'autre perpendiculaire à r_0; on aura, en vertu d'un théorème connu sur le mouvement relatif,

$$(3) \qquad \begin{cases} \xi'_0 = g_1 - \eta_0 \dfrac{\sqrt{p}}{r_0^2}, \\ \eta'_0 = g_2 + \xi_0 \dfrac{\sqrt{p}}{r_0^2}, \end{cases}$$

p étant le paramètre de l'orbite, et $\dfrac{\sqrt{p}}{r_0^2}$ la rotation instantanée de l'axe r_0. Or les coefficients de Bessel s'obtiennent en mettant ici r à la place de r_0; il s'ensuit que

$$(4) \qquad \begin{cases} \xi'_0 = (\xi'_0) - \eta_0 \dfrac{2\sqrt{p}r'}{r^3}\, t, \\ \eta'_0 = (\eta'_0) + \xi_0 \dfrac{2\sqrt{p}r'}{r^3}\, t. \end{cases}$$

Pour établir l'équation $f(\xi, \eta) = 0$ de l'orbite relative de la particule

Digitized by Google

libre, il faut éliminer t entre les deux équations (2). En négligeant certains termes, Bessel parvient à l'équation très simple qu'on trouvera plus loin.

J'ai tâché de simplifier l'écriture de ces formules, dont la démonstration occupe, chez M. Marcuse, quatorze pages in-4°. Il me semble aussi qu'on peut y arriver d'une manière plus rapide en posant immmédiatement

$$(5)\qquad \begin{cases} \xi = \xi_0 + t\,\xi'_0 + \frac{1}{2}\,t^2\,\xi''_0 + \frac{1}{6}\,t^3\,\xi'''_0, \\ \eta = \eta_0 + t\,\eta'_0 + \frac{1}{2}\,t^2\,\eta''_0 + \frac{1}{6}\,t^3\,\eta'''_0. \end{cases}$$

En effet, si l'on différentie les deux relations

$$(6)\qquad r^2 + r\xi = x\mathrm{X} + y\mathrm{Y}, \quad r\eta = y\mathrm{X} - x\mathrm{Y},$$

en tenant compte des deux suivantes :

$$rr' = xx' + yy', \quad \sqrt{p} = xy' - yx',$$

on trouve d'abord

$$(7)\qquad \begin{cases} r\,\xi' + \dfrac{\sqrt{p}}{r}\,\eta + rr' = x\mathrm{X}' + y\mathrm{Y}', \\ r\eta' - \dfrac{\sqrt{p}}{r}\,\xi - \sqrt{p} = y\mathrm{X}' - x\mathrm{Y}', \end{cases}$$

équations qu'on aurait pu écrire directement en vertu du théorème qui nous a fourni les relations (3), avec lesquelles elles se confondent pour $t = 0$. Ces équations étant différentiées, en tenant compte des équations (1) et de la suivante :

$$r^3 r'' + r = p,$$

on trouve pour ξ'', η'' des expressions qui renferment le rayon vecteur R; mais, comme nous n'en avons besoin que pour $t = 0$, et qu'elles seront multipliées par t^2, nous pourrons faire $\mathrm{R} = r + \xi$ et négliger tout de suite les puissances de ξ, η supérieures à la première, et il vient

$$(8)\qquad \begin{cases} \xi'' = \dfrac{1-\mu}{r^2} - \eta'\,\dfrac{2\sqrt{p}}{r^2} + \eta\,\dfrac{2\sqrt{p}\,r'}{r^3} + \xi\left(\dfrac{2\mu}{r^3} + \dfrac{p}{r^4}\right), \\ \eta'' = \qquad\qquad \xi'\,\dfrac{2\sqrt{p}}{r^2} - \xi\,\dfrac{2\sqrt{p}\,r'}{r^3} - \eta\left(\dfrac{\mu}{r^3} - \dfrac{p}{r^4}\right). \end{cases}$$

On trouve de même, en négligeant déjà ξ, η,

$$(9)\qquad \begin{cases} \xi''' = -2r'\,\dfrac{1-\mu}{r^3} + \eta'\,\dfrac{6\sqrt{p}\,r'}{r^3} + \xi'\left(\dfrac{2\mu}{r^3} - \dfrac{3p}{r^4}\right), \\ \eta''' = 2\sqrt{p}\,\dfrac{1-\mu}{r^4} - \xi'\,\dfrac{6\sqrt{p}\,r'}{r^3} - \eta'\left(\dfrac{\mu}{r^3} + \dfrac{3p}{r^4}\right). \end{cases}$$

Digitized by Google

Il n'y a plus qu'à mettre partout l'indice o pour avoir les valeurs des coefficients des formules (5). Remarquons que dans les coefficients ξ_0''', η_0''', et dans les termes de ξ_0'', η_0'' qui ont ξ_0 ou η_0 en facteur, on peut indifféremment écrire r ou r_0; mais dans les deux premiers termes de ξ_0'' et dans le premier de η_0'', il faut tenir compte de la différence $r - r_0 = r't$. Il s'ensuit qu'en mettant partout, avec Bessel, r au lieu de r_0, il faut ajouter aux coefficients ξ_0''', η_0''' des termes qui proviennent de cette différence : on voit tout de suite que cela revient à changer les signes des deux premiers termes de ξ_0''' (en doublant le premier) et celui du second terme de η_0'''. Les formules (4) montrent qu'en adoptant, au lieu de ξ_0', η_0', les coefficients (ξ_0'), (η_0') de Bessel, il faut, de même, changer le signe du troisième terme de ξ_0'' et du second terme de η_0''. Ces changements faits, nos formules coïncident avec celles de Bessel, rectifiées par M. Marcuse (p. 31). Mais on pourrait aussi bien conserver les coefficients ξ_0', η_0', à titre de constantes.

Le procédé par lequel Bessel se procure l'équation de l'orbite de la particule libre revient, au fond, à réduire les formules (5) à leurs termes principaux en faisant

$$\xi = g_1 t + \frac{1-\mu}{2r^2} t^2 + 2r' \frac{1-\mu}{3r^3} t^3,$$

$$\eta = g_2 t + g_1 \frac{\sqrt{p}}{r^2} t^2 + \sqrt{p} \frac{1-\mu}{3r^4} t^4,$$

et à substituer dans la seconde équation la valeur approchée de t fournie par la première, à savoir

$$\frac{t}{r} = \sqrt{\frac{2\xi}{1-\mu}} - \frac{2}{3} r' \frac{2\xi}{1-\mu} - g_1 \frac{r}{1-\mu}.$$

En négligeant des termes de l'ordre de g^2, on trouve

$$(10) \qquad \eta = r g_2 \left(\sqrt{\frac{2\xi}{1-\mu}} - \frac{2}{3} r' \frac{2\xi}{1-\mu} \right) + \frac{\sqrt{p}}{3r} 2\xi \sqrt{\frac{2\xi}{1-\mu}}$$

et, en supposant $g_2 = 0$ pour l'axe de la queue,

$$(11) \qquad \eta = \frac{2\sqrt{2p}}{3r} \frac{\xi\sqrt{\xi}}{\sqrt{1-\mu}},$$

équation qui sert à déterminer la force hypothétique $1-\mu$, par les valeurs observées des coordonnées ξ, η de l'axe. Mais l'approximation est insuffisante, et l'axe de la queue difficile à fixer. C'est pour éviter cette difficulté que Pape a recours à l'équation (10), d'où l'on tire les valeurs des inconnues g_2 et $1-\mu$, en combinant deux observations relatives à deux points des bords de la queue.

Digitized by Google

On arrive aussi à l'équation (11) en supposant tout de suite que ξ, η, ξ', η' s'annulent pour $t = 0$. Dans cette hypothèse, il est facile de pousser le développement un peu plus loin, en différentiant les équations (8) et (9) et en tenant compte des corrections qu'exige le changement de r_0 en r. On trouve ainsi, par exemple,

$$\frac{2\xi}{1-\mu} = \frac{1}{r^2}t^2 + \frac{4r'}{3r^3}t^3 + \left(\frac{21+\mu}{6r^3} - \frac{9}{4}\frac{p}{r^6}\right)t^4.$$

L'orbite étant supposée parabolique, pour simplifier l'écriture je poserai

$$\frac{\sqrt{p}}{r^2}t = \mathrm{T}, \quad \frac{rr'}{\sqrt{p}} = \tang\tfrac{1}{2}v = \varepsilon. \quad \frac{2r}{p} = 1 + \varepsilon^2.$$

On trouve alors

$$\frac{p}{r^2}\frac{2\xi}{1-\mu} = \mathrm{T}^2 + \frac{4}{3}\varepsilon\mathrm{T}^3 + \left(\frac{21+\mu}{6}\frac{r}{p} - \frac{9}{4}\right)\mathrm{T}^4,$$

$$\frac{p}{r^2}\frac{3\eta}{1-\mu} = \mathrm{T}^3 + \frac{9}{4}\varepsilon\mathrm{T}^4 + \left(\frac{160+\mu}{20}\frac{r}{p} - \frac{9}{2}\right)\mathrm{T}^5,$$

$$\frac{3\eta}{2\xi} = \mathrm{T} + \frac{11}{12}\varepsilon\mathrm{T}^2 + \left(\frac{37}{36}\varepsilon^2 - \frac{7\mu}{60}\frac{r}{p}\right)\mathrm{T}^3.$$

Ces séries ne sont que faiblement convergentes; cependant j'en ai déduit la formule suivante pour le calcul direct de $1-\mu$ (en faisant $p = 2q$) :

$$(12) \qquad \left(1 - \frac{4}{15}\frac{\xi}{r}\right)\left(\frac{r^2}{q}\frac{1-\mu}{6\eta}\right)^{\frac{1}{3}} = \frac{2\xi}{3\eta} + \frac{1}{6}\varepsilon + \frac{1}{10}\left(1 - \frac{7}{8}\varepsilon^2\right)\frac{3\eta}{2\xi}.$$

Cette formule, plus approchée que celle de Bessel, s'accorde avec celle qui a été récemment proposée par M. d'Hepperger (*Bulletin*, I, p. 150). M. d'Hepperger commence par intégrer les équations (1), en faisant, comme nous, $f = 0$, $g = 0$, et par suite $\xi_0 = \eta_0 = \xi'_0 = \eta'_0 = 0$. L'hyperbole que décrit la particule libre est alors tangente à l'orbite parabolique de la comète, et, en désignant par R, V ses coordonnées polaires, par r, v celles du noyau, nous avons

$$\mathrm{R}^2\mathrm{V}' = r^2v' = \sqrt{p}, \quad \mathrm{R}'^2 + \frac{p}{\mathrm{R}^2} - \frac{2\mu}{\mathrm{R}} = \frac{2(1-\mu)}{r_0}.$$

L'intégration donne ensuite (en faisant $p = 2q$)

$$(13) \qquad \frac{q}{\mathrm{R}} = \cos^2\tfrac{1}{2}\mathrm{V} - (1-\mu)\sin^2\tfrac{1}{2}(\mathrm{V} - v_0).$$

C'est l'équation de l'orbite absolue d'une particule située dans l'axe de la queue. Pour les coordonnées relatives ξ, η, on a les relations

$$r + \xi = \mathrm{R}\cos(v - \mathrm{V}), \quad \eta = \mathrm{R}\sin(v - \mathrm{V}).$$

Digitized by Google

En outre, l'intégrale du temps permet d'exprimer l'intervalle t, d'une part en fonction des angles v et v_0, de l'autre en fonction de V et de v_0, ce qui fournit une relation entre V, v et v_0. En la combinant avec l'équation (13), on a une relation entre les quantités données R, V, v, dans laquelle figure le paramètre $1-\mu$, que l'on peut ainsi déterminer par tâtonnement. Pour se procurer une formule d'approximation, M. d'Hepperger développe l'intégrale du temps suivant les puissances de la variable $x = v - v_0$. En posant

$$u^3 = \frac{\eta}{1-\mu}\frac{6q}{r(r+\xi)}, \quad m = \frac{1}{4} + \frac{1}{16}\varepsilon^2 - \frac{3\mu}{20}(1+\varepsilon^2),$$

sa formule peut s'écrire

$$\frac{3\eta}{2\xi} = \frac{u}{1-\frac{1}{6}\varepsilon u - mu^2}, \tag{14}$$

et, en introduisant l'angle auxiliaire θ, on a

$$\operatorname{tang}\theta = \frac{12\sqrt{m}\eta}{4\xi+\varepsilon\eta}, \quad 1-\mu = \frac{6q\eta}{r(r+\xi)}(\sqrt{m}\cot\tfrac{1}{2}\theta)^3.$$

Le calcul est facilité par une table à deux entrées des valeurs de m. Voici quelques nombres que j'emprunte au Mémoire de M. d'Hepperger sur la comète Coggia (1874, III), en y ajoutant ceux que j'ai déduits de ma formule (12). La colonne $(1-\mu)$ renferme les nombres fournis par le calcul rigoureux, en regard de ceux que donnent la formule de Bessel (11), la formule de M. d'Hepperger (14) et la mienne (12). On a ici $\log q = 9,82983$.

$\log r$.	$\log \xi$.	$\log \eta$.	$1-\mu$.	B.	H.	R.
9,8361	9,0577	8,9303	0,91	0,525	0,891	0,905
8393	9,0785	9,0512	0,73	0,343	0,700	0,732
8441	9,3180	9,2148	1,73	0,825	1,758	1,700
8475	9,3435	9,4651	1,21	0,306	1,156	1,203

Bessel a essayé de déduire de ses formules la valeur maximum de ξ qui définit la limite de la nébulosité du côté du Soleil; en négligeant f, on aurait

$$\xi = -\frac{1}{2}\frac{g^2r^2}{1-\mu}. \tag{15}$$

On s'est servi de cette équation pour déterminer la vitesse d'émission g. M. Marcuse fait observer que l'application des formules de Bessel cesse d'être légitime dans le voisinage du noyau. C'est vrai; mais on n'avait en vue qu'une première approximation. Il critique aussi l'usage que M. Bredichin a fait plusieurs fois des mêmes formules, mais ses critiques

Digitized by Google

portent souvent à faux (1). M. Bredichin a notamment tenté de déterminer la figure de la tête. En posant, avec Bessel, $g_1 = -g\cos\mathcal{G}$, $g_2 = g\sin\mathcal{G}$, et négligeant quelques termes, les formules donnent

$$\xi = -g\cos\mathcal{G}\,t + \frac{1-\mu}{2r^2}t^2, \quad \eta = g\sin\mathcal{G}\,t,$$

d'où l'on tire

$$\eta^2 + (\eta\cot\mathcal{G} - \gamma)^2 = \gamma^2 + 2\gamma\xi, \quad \left(\gamma = \frac{g^2r^2}{1-\mu}\right). \tag{16}$$

C'est la parabole d'un projectile lancé avec la vitesse g, la pesanteur $\left(\frac{1-\mu}{r^2}\right)$ agissant dans la direction de l'axe des ξ. Si l'on admet la constance de g pour tous les angles de tir, on aura la portée maximum η pour un niveau donné ξ en faisant

$$\eta = \gamma\,\mathrm{tang}\,\mathcal{G}, \quad \eta^2 = \gamma^2 + 2\gamma\xi.$$

C'est l'équation d'une nouvelle parabole, enveloppe des paraboles balistiques, et qui représente le contour de la tête; la distance du sommet au noyau est $\frac{1}{2}\gamma$. Mais M. Bredichin n'insiste pas sur la forme parabolique (2). Il convient que la vitesse g, au lieu d'être constante, semble plutôt diminuer quand sa direction s'écarte de celle du rayon vecteur. Les recherches de Bessel, de Winnecke, de Bond tendraient à faire admettre (dans une certaine mesure) la constance de la composante perpendiculaire $g\sin\mathcal{G}$. Nous ajouterons que, dans le cas général, l'équation de l'enveloppe serait la suivante :

$$\eta^2 + \frac{\eta^2}{g^2}\left(\frac{dg}{d\mathcal{G}}\right)^2 = \gamma^2 + 2\gamma\xi,$$

qu'il faudrait combiner avec l'équation (16). On pourrait y satisfaire en posant

$$\gamma = \frac{\alpha}{1+\beta\sin^2\mathcal{G}}, \quad \eta = \alpha\,\mathrm{tang}\,\mathcal{G}, \quad \eta^2 = \frac{\alpha^2 + + 2\alpha\xi}{1+\beta}.$$

M. Bredichin a calculé la force répulsive $1-\mu$ pour un grand nombre de comètes, et il a pu établir trois types de queues, pour lesquels cette force est respectivement égale à 11,0, à 1,4 et à 0,3. Certaines comètes ont offert deux de ces types; une seule (1882, II) a montré les trois types à la fois. Ajoutons que M. Bredichin a institué des rapprochements instructifs entre les résultats fournis par un calcul rigoureux, fondé sur les équations du mouvement hyperbolique, et ceux qui se déduisent des

(1) Voir *Quelques Remarques concernant mes recherches sur les comètes*, par Th. Bredichin. Moscou, 1884.

(2) Norton, qui tient compte de la répulsion exercée par le noyau, trouve aussi pour l'enveloppe une forme paraboloïdale. [*On the dynamical condition of the head of a comet* (*Am. Journ.*, 1859)].

Digitized by Google

formules d'approximation. Il a construit des schémas de queues cométaires pour des valeurs données de la force répulsive et de la distance périhélie, et consacré à la discussion approfondie de ces phénomènes beaucoup de temps et de travail.

M. Marcuse étudie, dans un chapitre spécial, les queues anomales, tournées du côté du Soleil, plus faibles que la queue ordinaire, et qui n'ont été observées que sur des comètes ayant un noyau bien défini. La force $1 - \mu$ est ici négative ou nulle. Pour la comète 1862, II, M. Bredichin a trouvé, à très peu près, $\mu = 1$, comme si la queue anomale n'avait été qu'une laisse ou traînée de météores, expulsés par des chocs que leur imprimaient les corpuscules qui s'échappaient pour former la queue ordinaire. Les formules donnent alors, pour l'axe de la queue,

$$g_2 = 0 \quad \text{et} \quad -g = \frac{\sqrt{p}}{r^2}\frac{\xi^2}{\eta} = \frac{\sqrt{p}}{r^2}\frac{\xi}{\operatorname{tang}\varphi},$$

équation à laquelle M. Marcuse adresse gravement ce reproche inattendu que, pour $\xi = 0$, elle prendrait la « forme indéterminée $\frac{0}{\infty}$, φ étant alors égal à 90° ! » Et il en conclut que la formule ne peut donner la vitesse *initiale* (p. 61).

Les vitesses que M. Bredichin a conclues de cette formule ou établies par des calculs plus précis, celles que J. Schmidt a déduites directement de ses observations, varient entre quelques centaines et quelques milliers de mètres par seconde. Quant à la remarque de M. Marcuse, que les queues anomales sont dirigées suivant la tangente à l'orbite, M. Bredichin déclare qu'elle repose sur des erreurs de calcul.

Dans la dernière partie de son travail, M. Marcuse s'occupe de la nature des forces qui président aux phénomènes cométaires. Bessel croyait à l'origine électrique de ces forces, et Zœllner a développé les conséquences de cette hypothèse : de l'une de ses formules, M. Bredichin a cru pouvoir conclure que les queues des trois types sont respectivement formées d'hydrogène, de carbone et de fer ; mais M. Marcuse conteste la validité de son raisonnement. Pour expliquer à la fois la formation des appendices et les mouvements pendulaires constatés dans quelques comètes, il faut, d'après M. Marcuse, faire intervenir l'électricité en même temps que le magnétisme. Les queues ordinaires seraient formées par des corps diamagnétiques, tels que les carbures d'hydrogène, l'azote, le sodium, dont l'analyse spectrale semble indiquer la présence ; et les queues anomales par des corps magnétiques, tels que le fer. Les mouvements oscillatoires pourraient être assimilés à ceux de l'aiguille aimantée. Des idées analogues ont été émises par M. Norton et M. Ed. Gand.

R. Radau.

Digitized by Google

ASAPH HALL. — THE PARALLAX OF α LYRAE AND 61² CYGNI (*Washington observations*, 1879, *Appendice I*), 64 p. in-4°.

En 1862, on avait commencé à l'Observatoire Naval une série d'observations de α Lyre, avec l'instrument placé dans le premier vertical; mais, bien que faites avec tout le soin possible, ces mesures, dont il sera parlé un peu plus loin, conduisirent au résultat inadmissible d'une parallaxe négative. M. Hall s'est proposé d'obtenir une nouvelle valeur de la parallaxe de α Lyre, et aussi de 61² Cygne, ce qui n'augmentait pas beaucoup le travail. Les deux étoiles ont été observées 77 et 66 nuits respectivement, en 1880 et 1881. M. Hall s'est servi du micromètre à fils de l'équatorial de 26 pouces, avec un oculaire grossissant 338 fois et qu'on a eu soin d'employer sans interruption. Les différences de déclinaisons des étoiles ont seules été observées; α Lyre était rapportée à son compagnon de dixième grandeur et, dans le cas de 61² Cygne, on a employé l'étoile 4345, D. M. + 38°, grandeur 9,5, à 3',3 au sud de l'étoile double.

Après avoir mis au point à l'aide d'étoiles doubles en prenant un oculaire fort, le micromètre était orienté, les deux étoiles placées symétriquement dans le champ et l'instrument entraîné par le mouvement d'horlogerie; on faisait deux groupes de cinq pointés en échangeant les fils pour le second groupe, puis une série semblable après avoir tourné le micromètre de 180°; on avait soin de déplacer notablement les vis pour conserver l'indépendance des mesures; à la fin, l'orientation des fils était contrôlée de nouveau. Pour le compagnon de α Lyre, on s'est servi des fils brillants et des fils non éclairés; pour 61² Cygne, les fils brillants étaient inutiles.

Les tableaux d'observations (p. 9-42) sont disposés avec clarté : ils contiennent toutes les mesures et, dans la dernière colonne, le temps moyen de l'observation, la différence de déclinaison obtenue, la correction différentielle pour la réfraction et l'erreur probable d'une mesure isolée. Le mode d'éclairage paraît sans influence : on trouve comme erreur probable moyenne pour α Lyre ± 0",074 avec le champ éclairé et 0",077 avec les fils brillants; l'erreur probable est un peu plus grande pour 61² Cygne, soit 0",081. Avant d'être introduites dans les équations de condition, les différences observées sont ramenées à 1881,0, en tenant compte du mouvement propre de l'étoile principale; la variation du tour de vis avec la température est aussi prise en considération. Le coefficient de la température a été déterminé à deux reprises, avant et après le travail, au moyen d'étoiles du Catalogue de Krueger pour l'amas *h* de Persée.

Digitized by Google

Les parallaxes obtenues sont les suivantes (¹):

	α Lyre.	61² Cygne.
Champ éclairé...	$\pi = 0'',156 \pm 0'',008$	$\pi = 0'',478 \pm 0'',014$.
Fils éclairés.....	$\pi = 0,208 \pm 0,008$	

L'erreur probable, un peu plus forte pour 61² Cygne, vient de ce que la définition des images avec l'objectif de 26 pouces laisse à désirer pour les étoiles de la couleur de 61² Cygne.

Les dernières pages du Mémoire contiennent les résultats des observations de α Lyre avec l'instrument placé dans le premier vertical. Les observations ont été faites de 1862 à 1867, par MM. Hubbard, Newcomb, Harkness et Hall. L'erreur probable de la déclinaison déduite d'une observation complète est $\pm 0'',14$, peu différente de celles qu'ont trouvées Struve et M. Nyrén; mais il se présente une curieuse anomalie : durant les premiers mois de chaque année, il y a une diminution de la déclinaison, et tous les observateurs s'accordent sur ce point. Une circonstance analogue a été rencontrée par M. Nyrén dans sa recherche sur l'aberration des étoiles fixes. M. Hall mentionne le fait qu'un poêle était situé dans le voisinage de l'instrument, ce qui aurait pu fausser les mesures.

NYRÉN (M.). — L'ABERRATION DES ÉTOILES FIXES (*Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*, 7 série, t. XXXI, n° 9), 47 p. in-4°.

M. Nyrén s'est proposé de reprendre la détermination de la constante de l'aberration exécutée autrefois par W. Struve. Les observations plus récentes paraissant conduire à des valeurs un peu plus fortes de quelques centièmes de seconde, malgré la diversité des méthodes et des observateurs, il était à propos de refaire une nouvelle série d'observations avec l'instrument dont s'était servi Struve et en suivant la même méthode, c'est-à-dire la mesure des déclinaisons des étoiles culminant près du zénith avec l'instrument placé dans le premier vertical : on observe les temps des passages T et T' de chaque étoile à l'est et à l'ouest, en retournant l'instrument dans l'intervalle; si l'azimut n'a pas varié, et si l'on peut compter sur la marche de la pendule, la latitude φ étant supposée de plus invariable, la déclinaison δ se déduit de l'équation

$$\operatorname{tang}\varphi \cos \tfrac{1}{2}(T' - T) = \operatorname{tang}\delta;$$

les erreurs instrumentales sont éliminées par le fait du retournement.

(¹) Valeurs obtenues antérieurement :

α Lyre, 0",20; Brünnow, *Astr. Obs. at Dunsink*.

61² Cygne, 0",51; O. STRUVE, *Mémoires de Saint-Pétersbourg*, VII. M. S. Ball, astronome royal d'Irlande, a obtenu tout récemment 0",47.

Digitized by Google

M. Nyrén examine d'abord les critiques qui peuvent être adressées au résultat de Struve. L'incertitude de la marche de la pendule paraît être sans importance, tandis que la constance de l'azimut soulève des doutes. Après quelques remarques tendant à montrer que l'influence du mouvement du système solaire sur la valeur de la constante, influence signalée pour la première fois par M. Villarceau dans son Mémoire sur l'aberration (*Connaissance des Temps*, 1878), est sans doute très petite, M. Nyrén décrit le procédé actuel d'observation.

Le micromètre a deux groupes de sept fils fixes éloignés du fil milieu de 110″, les fils de chaque groupe étant distants de 37″ ou de deux révolutions de la vis, laquelle mène deux fils mobiles distants eux aussi de 37″; les fils mobiles sont employés pour quelques étoiles, de la même manière que les fils fixes, c'est-à-dire qu'ils sont placés dans une position déterminée. Dans le micromètre employé par Struve, la distance des fils était plus grande (56″), et les observations exigeaient plus de temps.

Suivant les cas, on se sert de l'un ou de l'autre groupe de fils fixes, ou de quelques-uns des fils fixes et des fils mobiles, afin d'avoir le temps d'effectuer les nivellements et retournements; une observation complète consiste dans quatre séries de passages de l'étoile par la même moitié du réticule et huit lectures du niveau, une lecture avant et après chaque série : ainsi la lunette étant supposée au sud du pilier et dirigée vers l'est, on observe la première série de passages par le groupe de fils, puis, la lunette étant retournée et au nord du pilier, une nouvelle série de passages par les mêmes fils; les séries correspondantes sont faites ensuite dans l'autre vertical, et la lunette se trouve ramenée à sa position primitive. On a amélioré l'éclairage, le niveau a été remplacé, et on a suivi la règle de le laisser immobile sur les pivots de l'axe en ne le renversant qu'avec l'instrument lui-même. Quant à l'azimut, que W. Struve contrôlait par l'observation d'étoiles de grande distance zénithale, on peut l'étudier maintenant d'une manière continue au moyen de deux mires récemment établies à l'est et à l'ouest.

Cette étude a conduit à des particularités intéressantes : les lectures faites sur les mires avant et après chaque observation complète ont témoigné de variations parfois assez sensibles (1″ ou 2″ dans l'intervalle de deux heures) et paraissant indiquer, dans l'ensemble, un déplacement de l'est à l'ouest de l'extrémité sud de l'axe horizontal; il est important d'ajouter que les variations d'azimut sont à très peu près les mêmes le matin et le soir, de sorte que le résultat final n'en est pas affecté [1].

---

[1] En passant, M. Nyrén indique les variations d'azimut comme pouvant servir à expliquer les parallaxes négatives obtenues avec le même instrument.

Digitized by Google

M. Nyrén pense que les variations azimutales peuvent être attribuées à l'échauffement du pilier à cause de la proximité de l'observateur; dans la réduction des observations on admet une variation proportionnelle au temps qui paraît suffisamment confirmée par les mesures. L'horloge employée a été comparée régulièrement à la pendule normale de l'observatoire, et il ne peut y avoir, à cet égard, d'incertitude pour le résultat.

Il restait à faire un choix convenable d'étoiles : M. Nyrén en a pris 24, culminant à une petite distance du zénith, distribuées uniformément sur le parallèle de ce point et assez belles pour être observées avant le coucher ou après le lever du soleil; W. Struve n'en avait considéré que 7. Les observations, au nombre de 566, ont duré du 17 décembre 1879 au 29 janvier 1882; elles comprennent ainsi deux maxima et deux minima de l'aberration pour chaque étoile; cependant la mauvaise saison n'a pas permis d'avoir pour toutes les étoiles un nombre égal d'observations correspondant à ces deux périodes.

On trouve ensuite dans le Mémoire la liste des observations et les équations de condition qui en résultent pour chaque étoile (p. 12 à 35); elles ont la forme connue

$$n - x + by + cz = 0,$$

où x et y sont les corrections de la déclinaison moyenne adoptée et de l'aberration ($20'',445$) et z la parallaxe de l'étoile, n étant la différence des déclinaisons observée et calculée. Pour chaque étoile, on donne les équations finales en x, y et z, puis les valeurs de x et y en fonction de l'indéterminée z; l'erreur probable d'une seule observation est en moyenne $0'',15$.

Les corrections de la constante déduites des différentes étoiles sont rassemblées à la page 36, puis partagées en quatre groupes comprenant respectivement six heures d'ascension droite :

0^h-6^h.....	corr $= +0'',066$	$+0,52\,\pi_0$	$\pm 0'',026$,
6-12....	$= -0,067$	$-0,02\,\pi_0$	$\pm 0,040$,
12-18....	$= +0,161$	$+0,16\,\pi_0$	$\pm 0,025$,
18-24....	$= +0,127$	$+0,13\,\pi_0$	$\pm 0,019$,

où π_0 est la parallaxe moyenne des étoiles observées.

La précision des observations isolées donne lieu de croire que les corrections trouvées sont affectées d'erreurs systématiques.

On peut constater, en effet, que plusieurs des séries les plus précises, par exemple celles qui sont relatives à ι, δ, b et o Dragon, conduisent, à six mois d'intervalle, à des corrections discordantes pour les déclinai-

Digitized by Google

sons, après qu'on a substitué à y sa valeur approchée ($+0^{\prime},05$), et à z, c'est-à-dire la parallaxe, une valeur moyenne telle que $0^{\prime},01$. Une table dans laquelle M. Nyrén a groupé par mois toutes les différences observation — calcul, en tenant compte des corrections trouvées pour les déclinaisons, montre bien aussi que les erreurs accidentelles ne sont pas seules en cause.

L'origine de la variation des déclinaisons doit-elle être cherchée dans un changement temporaire de l'équation personnelle ou de la latitude de l'Observatoire, ou bien dans une réfraction latérale...? L'auteur ne le décide pas; quoi qu'il en soit, la différence entre les nombres des observations faites à l'époque du maximum et du minimum de l'aberration, dans chaque saison, étant insignifiante, on peut admettre que dans la moyenne des corrections comme dans celle déduite d'observations presque simultanées de deux étoiles distantes de 12^{h} environ en ascension droite, les changements périodiques des déclinaisons n'ont pas d'influence.

En conséquence, M. Nyrén prend la moyenne des quatre corrections ci-dessus et obtient

$$\text{Correction de la constante } 20^{\prime},445 = 0^{\prime},072 \pm 0^{\prime},014.$$

Le Mémoire est complété par la discussion d'une belle série d'observations d'étoiles polaires (α et δ Petite Ourse, 51 Céphée), faites par M. Wagner, à la lunette méridienne, de 1861 à 1872. En terminant, M. Nyrén rassemble les valeurs obtenues à l'aide de trois instruments de Poulkova :

Cercle vertical (Peters, Gyldén, Nyrén).....	$20^{\prime},495$
Lunette méridienne (Schweizer, Wagner).....	$20^{\prime},491$
Instrument dans le 1er vertical (W. Struve, Nyrén).	$20^{\prime},490$

La moyenne est $20^{\prime},492 \pm 0^{\prime},006$; la valeur de la parallaxe solaire serait alors $8^{\prime},78$ ou $8^{\prime},79$, suivant qu'on adopte la détermination de M. Cornu ou celle de M. Michelson pour la vitesse de la lumière.

O. Callandreau.

MONTHLY NOTICES.

N° 4; février 1884.

Ce numéro comprend, avec les rapports sur l'état des fonds, les publications de la Société, des Notices biographiques sur les membres décédés, des Notices sur les travaux des observatoires pendant l'année précédente et une analyse rapide des principales publications récemment parues.

Digitized by Google

Parmi les membres ou associés étrangers décédés, on remarque Sir Edward Sabine, M. Henry-John-Stephen Smith, l'éminent mathématicien d'Oxford, qui a remporté l'année passée le grand prix de Mathématiques de l'Académie des Sciences, M. William Spottiswoode et enfin M. Yvon Villarceau.

Travaux des observatoires. — Les Notices sont envoyées par les directeurs des établissements à la Société Royale.

Observatoire royal de Greenwich. — On a obtenu en tout, en 1883, 5318 observations de passage et 5180 observations de distances polaires, nombres sensiblement supérieurs à ceux des années précédentes. Les équatoriaux de Sheepshanks ou de Simms et l'équatorial du Sud-Est ont été employés à quelques observations de comètes, mesures de satellites ou d'étoiles doubles : comète *a* 1883, 4 soirées; comète *b* 1883 (Pons-Brooks), 9; satellites de Saturne (Thétis, Dioné, Rhéa et Japétus), 6, et Titan, 13; satellite d'Uranus (Titania), 1; étoiles doubles, 14. Neuf occultations et 37 phénomènes des satellites de Jupiter ont été observés en 1883.

Observations spectroscopiques sur les étoiles : 309 mesures relatives à 46 étoiles. Photographies du Soleil sur plaques sèches : 221 jours en 1883; les plaques ont été mesurées, ainsi que d'autres venant de l'Inde. L'observatoire a reçu de la famille Lassell le télescope de 2 pieds monté équatorialement et si bien utilisé par W. Lassell; il sera établi dans les terrains Sud.

La Notice mentionne l'utilité des supports mobiles pour les collimateurs établis en 1882, afin de prolonger les observations par réflexion jusqu'à 70° du zénith, et de chercher la cause de la différence sensible entre les observations directes et réfléchies (1",6 pour la distance zénithale de 70°). La flexion déterminée par les collimateurs, nulle en 1882, a été trouvée de 0",49 en 1883; la discordance entre les observations du nadir et les résultats des observations par réflexion, au sud et au nord du zénith, s'est élevée à 0",45.

Observatoire d'Armagh, Irlande. — On s'occupe actuellement de l'impression d'un Catalogue de 3000 étoiles observées au cercle méridien et comprises dans le Catalogue de Lalande. La lunette a 7 pouces d'ouverture.

Observatoire de Cambridge. — On a continué à observer les étoiles comprises dans la zone de 25° à 30° de déclinaison Nord. Le nombre total des observations méridiennes est 2289, dont 248 observations d'étoiles horaires et 70 doubles passages de la Polaire. La comète Swift a été observée durant neuf soirées. L'instrument méridien, construit par Simms,

Digitized by Google

a deux cercles divisés; une partie du temps a été consacrée à l'étude des divisions du cercle Ouest. La lunette a 8 pouces d'ouverture.

Observatoire de Dunsink, près Dublin. — Le mauvais temps a empêché de faire beaucoup d'observations méridiennes. L'équatorial du Sud (12 pouces) a été employé comme précédemment à la détermination des parallaxes annuelles des étoiles.

Observatoire royal d'Édimbourg. — Il n'est pas fait mention de travaux astronomiques.

Observatoire de Kew, Observatoire de Liverpool, Bidston, Birkenhead. — L'observatoire de Kew est l'observatoire central météorologique d'Angleterre. A Liverpool on s'occupe d'une manière spéciale des chronomètres de marine : les corrections de marche pour les différences de température sont déterminées à Bidston; la différence moyenne des marches prédites et des marches à la mer est seulement de $0^s,3$.

Observatoire de Radcliffe, Oxford. — Environ 2500 observations méridiennes complètes, y compris des observations du Soleil, de la Lune et d'étoiles par réflexion, à quoi il faut ajouter 11 occultations d'étoiles et 45 observations des phénomènes des satellites de Jupiter.

Observatoire de l'Université, Oxford. — Le travail de l'observatoire consiste dans la détermination photométrique des étoiles contenues dans l'*Uranometria* d'Argelander. Une étude complète des Pléiades (déterminations des grandeurs, mesures des positions relatives des étoiles) est en voie d'achèvement. Des déterminations photométriques comparatives obtenues dans le voisinage du Caire et à Oxford montrent que pendant l'hiver le climat est plus égal en Égypte, ce qui permet de recueillir plus d'observations; en revanche, on ne gagne presque rien pour la visibilité.

Observatoire de Rugby. — Il est annexé à l'école de Rugby et surtout destiné à l'enseignement; cependant MM. Seabroke et Percy Smith continuent leurs mesures d'étoiles doubles (263 mesures de 109 couples pendant l'année).

Observatoire du collège de Stonyhurst. — Il a été fondé par les Pères Jésuites qui ont la direction du collège; on s'y adonne spécialement à l'étude de la physique solaire et aux observations météorologiques.

Observatoire de M. Barclay, Leyton (Essex). — L'instrument important de l'observatoire est un équatorial de Cooke, d'York, de 10 pouces d'ouverture. On a fait quelques observations des satellites de Saturne.

Observatoire de M. Common, Ealing. — Photographies de nébuleuses, en particulier de la nébuleuse d'Orion; emploi de dispositions permettant une pose prolongée. Un équatorial de 6 pouces a été mis en expérience pour la photographie des étoiles. On a construit un nouveau miroir pour le télescope de 3 pieds.

Digitized by Google

Observatoire du comte de Crawford, Dun Echt. — La Notice mentionne spécialement l'expédition du Dr Copeland au Pérou et les observations faites par lui sur le Vincocaya, à plus de 4000m d'élévation au-dessus de la mer. Quelques couples d'étoiles doubles ont été trouvés; mais la définition, bien que souvent belle, n'était pas supérieure de beaucoup à celle qu'on aurait eue dans une bonne station ordinaire. L'avantage principal a paru consister dans une plus grande transparence de l'air. On a découvert quelques petites nébuleuses planétaires en balayant le ciel et attachant un prisme à l'oculaire, selon la méthode de M. Pickering; on a aussi trouvé nombre de petites étoiles dont le spectre rappelle ceux des étoiles du Cygne (Wolf et Rayet), et l'on a constaté que le spectre d'Argus, remarqué depuis longtemps, appartient à la même classe; elle paraît comprendre aussi les étoiles temporaires. Un rapport détaillé des observations va être imprimé.

Observatoire de M. Crossley, Bemerside (Halifax). — Mesures d'étoiles doubles; observations des satellites de Jupiter. On se propose d'étudier les étoiles variables avec un photomètre à prisme de Hilger.

Observatoire de M. Huggins, Upper Tulse Hill, S. W. — Le grand équatorial a été modifié au commencement de l'année; la principale modification consiste en ce qu'il y a maintenant deux axes de déclinaison se mouvant l'un dans l'autre : l'un porte la lunette de 15 pouces, l'autre le télescope de Cassegrain avec miroir métallique de 18 pouces. Les deux instruments se déplacent indépendamment en déclinaison, et celui qui ne sert pas n'apporte aucune gêne dans les observations. Le mouvement d'horlogerie entraîne le tout sans difficulté.

La photographie de la couronne a été le principal travail de l'année. Dans ce but, on a attaché à la lunette équatoriale un télescope de Lassell de 7 pouces; les détails de l'appareil sont indiqués dans le *Bulletin*, I, p. 102.

Observatoire de lord Rosse, Birr Castle. — Le télescope de 3 pieds a été employé à faire des dessins de Jupiter, au nombre de vingt-quatre. Un mouvement d'horlogerie, en communication électrique avec la pendule de l'Observatoire, a été ajouté à l'instrument. Le miroir de 6 pieds a été repoli. Le mauvais temps a contrarié beaucoup le travail.

Observatoire du colonel Tomline. — Les observations concernent principalement les comètes On émet le regret, dans la Notice, que la publication de nombreuses observations soit retardée à cause du défaut d'observations méridiennes des étoiles de comparaison (22 pour 100 environ des étoiles sont à réobserver).

Observatoire royal du cap de Bonne-Espérance. — En venant en Angleterre, M. Gill a apporté pour l'impression de nombreux travaux :

Digitized by Google

un Catalogue de 4810 étoiles, observées de 1849 à 1852, sous la direction de Maclear; 512 occultations d'étoiles par la Lune réduites et comparées avec les Tables; un Rapport sur les opérations relatives à la différence de longitude entre Aden et le Cap; les résultats des observations récentes, méridiennes et extra-méridiennes, de 1879 à 1884; les déterminations héliométriques des parallaxes des étoiles par M. Gill et M. Elkin; les observations de la grande comète de 1882. La Notice mentionne comme terminées les observations méridiennes d'étoiles fondamentales au nombre de 331, pour les futures observations de zones comprises dans la *Durchmusterung* du professeur Schönfeld, et d'étoiles spécialement choisies pour l'étude de la réfraction, conjointement avec M. Bakhuyzen, de Leyde. On observe en ce moment au cercle méridien toutes les étoiles de l'hémisphère sud jusqu'à la 4e grandeur inclusivement, ainsi que toutes les étoiles du *Nautical Almanac* et des éphémérides de Paris, Berlin et Washington, jusqu'à 45° de déclinaison nord; les observations du Soleil, de Vénus et Mercure se font aussi au même instrument.

On a établi de nouveaux collimateurs pour les observations par réflexion qui alterneront avec les observations directes. Un grand théodolite de 3 pieds sera employé à des recherches sur la réfraction. Enfin la Notice donne quelques indications sur la reprise des travaux de Géodésie, l'établissement de marégraphes dans les ports et les signaux pour l'indication de l'heure. Le Dr Elkin, qui a pris part aux mesures de parallaxes avec l'héliomètre de 4 pouces de M. Gill, va prendre la charge du bel héliomètre de 6 pouces de Yale College, New Haven.

Principales découvertes et publications de l'année. — On mentionne seulement les titres; le Bulletin donnera des analyses détaillées des principales publications.

Planètes et comètes de 1883; — Éclipse totale du 6 mai 1883; — Le passage de Vénus, 1882; — *Newcomb* : Transits of Mercury, 1677-1881; — *Nyrén* : L'aberration des étoiles fixes; — *Hill* (*G.-W.*) : Note sur quelques simplifications dans le calcul des inégalités à longues périodes dans le mouvement de la Lune; — *Auwers* (*A.*) : Positions moyennes de 83 étoiles australes; — *Paul* (*H.-M.*) : Le diamètre de la Lune; — *Meyer* (*W.*) : Recherches sur Saturne; — *Schiaparelli* : Observations de Mars; — *Huggins* : Photographie de la couronne solaire sans éclipse; — Travaux de l'Observatoire physique de Potsdam; — Détermination de longitudes; — Le projet d'unification des longitudes et de l'heure; — *Darwin* (*G.-H.*) : Analyse des marées; — La figure de la Terre.

Digitized by Google

THE OBSERVATORY.

Tome VII; Avril 1884.

Séance de la Société royale du 14 mars.

M. Downing lit une Note *Sur un exemple d'équations personnelles dans l'observation des angles de position des étoiles doubles, et sur l'orbite de α Centaure.* En comparant les observations récentes à l'orbite déterminée par le Dr Elkin, on a rencontré des discordances allant à 5° ou 6°, et l'on a noté aussi que les mesures d'un observateur concordant avec celles des autres observateurs en 1877 donnaient lieu pour les années suivantes à des différences de 4° et 5°, ce qui montre l'influence de changements dans le mode d'observation. M. Gill, en annonçant un travail complet du Dr Elkin sur la matière, dit qu'en effet il y a de singulières discordances dans les observations de α Centaure; mais ce fait, commun du reste à tous les observateurs, n'empêche pas les observations d'être très bien représentées dans l'ensemble.

Une Note de M. A. Common *Sur quelques perfectionnements à introduire dans la construction des grands cercles méridiens* soulève une discussion intéressante, à laquelle prennent part l'astronome royal, M. Stone et M. de la Rue. Voyant dans la flexion du tube le principal défaut de l'instrument, M. Common serait porté à préférer la forme du cercle mural dans lequel l'objectif et l'oculaire sont attachés au cercle. L'astronome royal pense que la faiblesse du cube central dans la lunette est certainement un défaut; on gagnerait peut-être à remplacer la forme carrée par une forme arrondie; mais la nécessité d'évider cette pièce pour voir les collimateurs constituerait toujours un désavantage; il faudrait obtenir l'illumination du champ au moyen de l'objectif et éviter de toucher à la partie centrale. M. Stone mentionne l'influence que peut avoir le mode d'attache des deux verres de l'objectif; on les suppose invariablement placés dans le barillet, mais cette supposition ne paraît pas toujours admissible.

M. Gill donne alors des détails sur les travaux qui se poursuivent au Cap, et complète les indications contenues dans la Notice relative à l'observatoire. Les observations de 1849 à 1852, comparées aux observations postérieures publiées par M. Stone en 1880, témoignent d'une discordance systématique dans les ascensions droites allant jusqu'à $0^s,15$; l'instrument était retournable dans la première série et ne l'était pas dans la deuxième; c'est peut-être la cause des anomalies. Le Dr Gill s'étend davantage sur la mesure des parallaxes des étoiles : la méthode consistait à choisir le plus près possible du grand axe de l'ellipse parallac-

Digitized by Google

tique des étoiles de comparaison; on les prenait autant que possible également distantes de l'étoile principale et de même grandeur; on affaiblissait l'éclat de l'étoile principale au moyen d'un écran placé comme d'habitude devant une des moitiés de l'objectif, afin d'arriver à l'égalité; le champ était très peu éclairé pour éviter les petits effets de diffraction. Dans ces conditions, la mesure des distances à $0'',1$ près n'offrait pas de difficulté. α Centaure, comme étoile double, a présenté quelques anomalies; quand on n'affaiblissait pas beaucoup son éclat, le voisinage de la composante était une occasion de trouble et d'erreurs personnelles, mais avec une illumination plus faible l'effet de la composante était annulé. Un résultat qui n'a pas été publié concerne Canopus : la parallaxe de cette brillante étoile est seulement $0'',03$, de sorte qu'elle n'est pas plus proche de nous que les étoiles faibles. Le désir du Dr Gill est de continuer ces recherches avec un instrument plus puissant, tel qu'un héliomètre de 7 pouces. En terminant, M. Gill communique un extrait d'une lettre de M. O. Struve d'après laquelle la parallaxe de α Taureau serait $0'',52$.

Revenant sur les discordances signalées entre les Catalogues du Cap pour 1850 et 1880, et attribuées par M. Gill à l'instrument non réversible employé dans la dernière série d'observations, M. Stone émet des doutes sur les avantages qu'on prétend tirer des instruments réversibles; il rappelle que M. Airy ne voulait pas en avoir. M. Downing appelle de son côté l'attention de M. Gill sur l'intérêt que présenteraient au Cap les observations régulières du Soleil, à cause de l'incertitude sur la position de l'équinoxe; une nouvelle détermination de la constante d'aberration pour l'hémisphère austral pourrait aussi être entreprise. Le Président, M. Dunkin, félicite M. Gill de la vive impulsion qu'il a imprimée aux travaux de l'Observatoire du Cap.

M. Knobel lit une Note de M. Marth *Sur la détermination des plans des orbites des satellites de Jupiter*. Les inclinaisons des plans des orbites peuvent être obtenues au moyen des éclipses de plus courte durée, mais il subsiste de l'incertitude dans les résultats; M. Marth pense qu'il convient de se servir des instruments puissants d'aujourd'hui pour obtenir par des mesures micrométriques des données plus précises; la dernière partie de la présente opposition et le commencement de la prochaine peuvent être utilisés pour cette recherche.

État présent de l'activité solaire.

Le moment de la plus grande activité solaire est difficile à fixer; suivant qu'on la caractérise par le nombre de taches ou de groupes de taches, par leur étendue ou la distance qui les sépare de l'équateur

Digitized by Google

solaire (il résulte des observations prolongées de M. Spœrer que la zone moyenne des taches a vers l'époque du maximum une latitude de 17° ou 18°, tandis que pour le minimum la latitude est de 25° à 30°), on trouve des résultats différents.

Sawyer (*E.-F.*). — Observations de la comète Pons-Brooks 1883-1884.

Comparaisons, au moyen d'une jumelle, de la comète et des étoiles voisines; évaluations des longueur de la queue à l'œil nu et dans la lunette.

Correspondance et Notes.

Kammermann (*A.*), *Kirk* (*E.-B.*) *et Young* (*C.-A.*). — Détails sur la figure de Saturne.

M. Young rectifie une nouvelle communiquée dans une séance récente de la Société Royale : ce n'est pas avec l'équatorial de 26 pouces de Washington, mais bien avec la lunette de 23 pouces de Princeton que M. Hall et lui ont vu le corps de Saturne à travers la division de Cassini.

Ellery (*R.-L.-J.*) *et Tebbutt* (*J.*). — Observations de la nouvelle comète australe (comète Ross), à Melbourne et à Windsor (Nouvelle-Galles du Sud).

Notices biographiques sur le prof. Klinkerfues et le Dr Julius Schmidt.

Observatoire naval de Washington. — Rapport annuel du contre-amiral Shufeldt.

On a repris en 1882 les observations avec l'instrument dans le premier vertical; on fait des observations suivies sur quarante étoiles, et α Lyre est l'objet d'une attention spéciale. L'équatorial de 26 pouces a été employé comme d'habitude aux mesures d'étoiles doubles et des satellites de Saturne, Uranus et Neptune. A Washington, par les plus belles nuits, on n'a noté aucun phénomène particulier dans les anneaux de Saturne.

THE SIDEREAL MESSENGER.

Tome III; Mars 1884.

Holden (*E.-S.*). — Détermination des erreurs de division d'un cercle méridien.

Dans cet article étendu, M. Holden résume, en la simplifiant, la partie

Digitized by Google

du Tome II des *Observations de Leyde*, publiées par le Dr Keyser, qui est relative aux erreurs de division. Il décrit d'abord le procédé habituel dans lequel on emploie deux couples de microscopes opposés, et insiste sur les précautions à prendre pour éviter la confusion; on peut avoir ainsi les erreurs des traits de 5° en 5° et même pour chaque degré. M. Holden indique ensuite d'après Hansen (*Astronomische Nachrichten*, n° 388) l'influence rapidement croissante des erreurs accidentelles d'observation quand on divise un arc en un grand nombre de parties égales : si, par exemple, on divise un intervalle de 5° en 60 parties pour avoir les 5′, le poids de l'erreur de division obtenue pour le milieu de l'intervalle sera un quinzième du poids de la mesure d'un seul intervalle de 5′.

M. Holden parle ensuite d'un procédé très simple (pour la détermination des erreurs de chaque trait) décrit dans le Tome I, p. LXXXIII des *Observations de Leyde :* au lieu de placer les microscopes à une petite distance l'un de l'autre, on les place à peu près à 180° de distance. Cette disposition n'entrave pas les observations habituelles, et, par une combinaison simple des lectures aux deux microscopes, on peut obtenir les erreurs de division; l'auteur entre dans le détail des précautions pratiques. En terminant, M. Holden donne les formules pratiques pour diviser un arc en deux, trois ou cinq parties égales.

Sampson (*W.-T.*). — Changements dans la comète Pons-Brooks.

Quatre dessins montrent les apparences de la comète le 28 décembre et les 13, 17 et 23 janvier. A la première date, le noyau avait une figure très nette; on voit ensuite qu'autour du noyau aminci la matière de la comète rayonne et présente l'apparence d'éventails plus ou moins ouverts; le diamètre de cette enveloppe, qui a diminué de 1′20″ à 33″, se détachait très bien sur l'ensemble de la nébulosité ronde et mesurant 6′ environ de diamètre.

Hagen (*J.-G.*). — L'éclipse de Lune de Flavius Josèphe.

L'Éditeur. — Étude du ciel avec une jumelle.

Barnard (*E.-E.*). — La comète Pons-Brooks.

M. Barnard a observé, entre autres choses, que le noyau très condensé le 20 janvier et d'apparence stellaire semblait s'être un peu dissous le 21; il y avait comme de rapides pulsations dans la lumière du corps de la comète.

Digitized by Google

Swift (*L.*), *Barnard* (*E.-E.*). — Nouvelles nébuleuses.

La belle nébuleuse du Dr Swift est de forme elliptique avec deux centres de condensation aux foyers de l'ellipse; position approchée : ⅏ $6^h 22^m$ et ⑮ + 5° 10'. Les deux autres nébuleuses indiquées par M. Barnard sont très faibles.

Sampson (*W.-T.*), *Frisby* (*E.*), *Wilson* (*H.-C.*). — Observations de la comète Pons-Brooks à Washington, et de la comète Brooks-Swift à Cincinnati.

O. C.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, nos 2581-2585.

Gothard (*Eug. de*). — Les raies brillantes du spectre de γ Cassiopée et de β Lyre.

Le P. Secchi avait annoncé la présence des raies de l'hydrogène dans les spectres de ces étoiles; d'après M. Vogel, elles étaient bien visibles, mais avec des intensités variables, il y a douze ou treize ans. Vers 1874, M. de Konkoly avait constaté la disparition de ces lignes; mais, en 1882, elles ont reparu, et M. de Gothard les a mesurées à plusieurs reprises depuis cette époque, à son observatoire d'Herény.

Donner (*A.*). — Observations méridiennes de la Lune, faites à Helsingfors.

Winkler (*W.*). — Occultations d'étoiles, éclipses des satellites de Jupiter, observées à Gohlis.

Gautier (*E.*). — Lettre à l'Éditeur.

Les observations de Genève ne confirment pas la remarque de M. Klein, relative à la division de Cassini (*A. N.*, 2575).

Ceraski (*W.*). — Sur le nombre des étoiles des Pléiades.

M. C. Wolf a donné les positions de 571 étoiles du groupe des Pléiades. Afin de décider combien, sur ce nombre, font réellement partie de cet amas d'étoiles et ne s'en trouvent pas seulement rapprochées par la perspective, M. Ceraski propose de comparer les densités du groupe et celles des régions voisines, pour toutes les classes de grandeur.

Wilson-Shufeldt. — Observations de comètes.

Digitized by Google

Berberich (*A.*). — Éléments de l'étoile double μ Dragon.

Kleiber (*J.*). — Méthode pratique pour corriger la première hypothèse dans le calcul de l'orbite d'une planète.

Les indications de M. Kleiber sont suivies de remarques judicieuses de l'éditeur, M. Krueger.

Pomerantzeff. — Occultations observées à Tachkent.

Deichmüller, Glasenapp, Pomerantzeff. — Occultation de Vénus, du 29 février 1884.

Braun (*C.*). — Les poussières cosmiques et l'accélération de la Lune.

L'explication de l'accélération séculaire de la Lune, proposée par M. Oppolzer, se heurte à des faits qui paraissent bien établis. En premier lieu, comme nous l'avons déjà remarqué nous-même (*Bulletin*, p. 109), la quantité de poussière cosmique que la Terre reçoit dans un jour peut s'élever à 100000, à un million de kilogrammes, mais non pas à 200 milliards, comme il le faudrait. Ensuite, en attribuant à la Terre un passé de 40 millions d'années, elle aurait déjà reçu une couche de poussières d'un kilomètre d'épaisseur, et l'on devrait en trouver des dépôts de plusieurs kilomètres au fond des océans; or il n'y en a pas trace. Enfin, des pluies de poussières de cette intensité auraient pour conséquence des lueurs crépusculaires comme celles que nous avons vues l'année dernière, et qui se produiraient à l'état permanent. En tenant compte du refroidissement de la Terre, il faudrait d'ailleurs presque doubler la quantité de poussières qu'exige cette explication.

Wolf (*R.*). — Lettre à l'éditeur.

M. Wolf annonce un nouveau fascicule de ses *Mittheilungen*, où l'on trouvera, pour chaque mois des années 1781-1880, la variation moyenne de la déclinaison magnétique à Londres, et une étude sur les variations périodiques du diamètre solaire, telles qu'elles résultent des observations de Neuchâtel. Comme l'avait déjà constaté le P. Rosa, le diamètre apparent du Soleil est plus grand aux époques des minima de taches qu'aux époques des maxima.

Ellery. — Éléments de la comète Ross.

Une éphéméride, fondée sur ces éléments et calculée par M. Kreutz, montre que l'observation du 17 janvier est entachée d'erreur.

Digitized by Google

Oppenheim, Kreutz. — Nouveaux éléments de la comète Ross, et remarques sur cette comète.

Hartwig. — Observations de comètes, faites à Strasbourg.

Wolff (*Th.*). — Observations photométriques de la comète Pons-Brooks, faites à Bonn.

Frisby (*E.*). — Mouvement propre de l'étoile 13849 Lalande.

$$\Delta\alpha \ldots -0^s,011, \quad \Delta\delta \ldots -0'',52.$$

Ellery. — Observations de la comète Pons-Brooks, faites à Melbourne.

Schwedoff. — Réponse à une Note de M. Bredichin.

Küstner (*F.*). — Mesures d'étoiles doubles, faites à l'équatorial de l'observatoire de Hambourg.

Ces mesures ont été entreprises avant tout pour mettre à l'épreuve les deux objectifs de $0^m,25$, fournis l'un par M. Merz, l'autre par M. Schrœder; mais elles ont un intérêt indépendant.

Kövesligethy (*R.*). — Sur un moyen d'arriver à la connaissance de la nature des étoiles variables.

L'application du spectroscope à l'étude des étoiles variables n'a encore donné que très peu de résultats. Quant au photomètre, ses indications sont incomplètes, si l'on ne tient pas compte des changements de couleur, et c'est là ce qu'on ne fait presque jamais. L'auteur a entrepris de combler cette lacune à l'aide d'un photomètre de Zœllner, modifié de telle manière qu'il permet de comparer les intensités locales des spectres de l'étoile donnée et d'une étoile artificielle; mais sa Note ne contient guère que des considérations théoriques.

Donner. — Observation de l'éclipse de Soleil du 26 mars 1884.

Young, Engelhardt. — Observations de la comète Pons-Brooks, faites à Princeton et à Dresde.

Tebbutt. — Observations de la comète Ross, faites à Windsor (Nouvelle-Galles du Sud).

R. R.

Digitized by Google

VARIÉTÉS.

NOTICE SUR L'OBSERVATOIRE D'ALGER;

PAR M. CH. TRÉPIED.

L'observatoire d'Alger a été réorganisé en 1881. Il est établi à titre provisoire, à 10^{km} de la ville, près du village de Kouba. Ses coordonnées sont :

Longitude Est, méridien de Paris.....	$2^m 56^s$
Latitude Nord.....	36°44',0
Altitude.....	140^m

PERSONNEL. — Le personnel se compose de : MM. Trépied, directeur; Rambaud, aide.

BUDGET. — Le budget est de 12900^{fr} alloués par l'État.

INSTRUMENTS. — Les principaux instruments sont :

Un télescope Foucault de $0^m,50$ d'ouverture et de 3^m de longueur focale, avec monture parallactique;

Un petit télescope Foucault de $0^m,33$ sans monture parallactique;

Un petit cercle méridien de Brunner;

Un grand spectroscope Thollon donnant une dispersion équivalente à celle de trente et un prismes de flint ordinaire;

Un spectroscope stellaire;

Un appareil pour la Photographie solaire.

Les observations méridiennes sont faites avec un cercle portatif obligeamment prêté par M. le comte de la Redorte.

TRAVAUX : 1° *Astronomie de position.* — Les observations faites jusqu'à présent se rapportent : 1° aux étoiles de culmination lunaire dont le Catalogue est publié chaque année par le Bureau des Longitudes; 2° à la détermination des ascensions droites de la Lune; 3° aux satellites de Jupiter; 4° aux astéroïdes, petites planètes et comètes.

Les nombres d'observations faites depuis 1881 sont les suivants :

Étoiles de culmination lunaire.....	16400
Ascension droite de la Lune.....	261
Satellites de Jupiter.....	144
Astéroïdes.....	192

2° *Astronomie physique.* — L'appareil pour la photographie

Digitized by Google

solaire a été installé au commencement de l'année 1883. Voici les dispositions adoptées.

La lunette est horizontale et placée dans le méridien. Son objectif a $0^m,25$ d'ouverture, 6^m de foyer, et le miroir destiné à renvoyer le faisceau lumineux dans l'axe de la lunette a $0^m,33$ de diamètre. L'image donnée par cet objectif est réduite à $0^m,023$ au moyen d'un objectif de $0^m,08$ placé avant le foyer. Cette image réduite, dont la définition est excellente, est agrandie jusqu'à $0^m,11$ par un objectif aplanétique de Steinheil et reproduite sur une plaque sensibilisée au gélatinobromure d'argent.

Dans le plan de l'image focale de $0^m,023$ est disposée une fente mobile, entraînée par un ressort et dont on peut faire varier la largeur de manière à obtenir un temps réel de pose plus ou moins long. La chambre noire portant l'objectif de Steinheil est placée sur une table qui, au moyen de rails et de galets, peut être déplacée dans une direction perpendiculaire au méridien. Parallèlement à cette chambre noire, on a disposé un grand spectroscope Thollon, de telle sorte que, par un simple déplacement latéral de la table, la fente du spectroscope est amenée dans le plan focal. On peut ainsi, dans le même pavillon, et, pour ainsi dire, avec le même instrument, étudier le spectre des taches dont on a obtenu des images photographiques.

Lorsqu'on veut prendre une photographie du Soleil, on détermine d'abord un temps T auquel le centre de l'image solaire coïncidera avec le centre du châssis. Pour cela, on enlève la plaque mobile de l'obturateur; on voit alors, sur la glace dépolie de la chambre noire, l'image de l'ouverture de la fenêtre devant laquelle passe la plaque mobile, lorsqu'elle est entraînée par le ressort. En agissant sur l'une des poulies du miroir, on détruit le mouvement en hauteur de l'image réfléchie, et l'on observe le temps θ que met cette image pour passer en azimut du bord au centre de l'ouverture. On ramène alors l'image en dehors de l'ouverture, et, la laissant marcher en azimut, on observe l'instant t du contact extérieur : l'instant auquel on doit couper le fil qui retient la fente mobile est donc $T = t + \theta$. On a soin de ne découvrir le miroir que quelques secondes avant l'instant T.

Le développement est fait à l'acide pyrogallique et à l'ammoniaque. En réduisant l'ouverture de l'objectif de $0^m,25$ à $0^m,07$ et

Digitized by Google

en appliquant un développement lent, on est parvenu à reproduire les granulations de la surface solaire sur ces épreuves de $0^m,11$ sans rien sacrifier de la netteté des taches.

Quand le travail photographique est terminé, on déplace la chambre noire dans la direction du faisceau lumineux, et on l'arrête dans une position telle que l'image projetée sur un écran soit de $0^m,80$. Sur cette grande image on étudie les détails des taches; on obtient ainsi une histoire complète de leurs curieuses transformations.

Pour les mesures des positions des taches, on a fait tracer sur une plaque de verre deux réseaux rectangulaires de traits parallèles et distants de $0^{mm},5$. On détermine ainsi les coordonnées rectangulaires d'une tache par rapport à deux axes passant par le centre de l'image, et dont l'un est vertical : on en déduit ensuite les angles de position et les distances; mais un appareil de mesure de la Commission du passage de Vénus, que l'Académie des Sciences a bien voulu prêter à l'observatoire d'Alger, permettra bientôt d'obtenir directement les angles de position et les distances.

Pendant les 334 jours écoulés du 17 février au 31 décembre 1883, le nombre des journées où l'on a pu obtenir des photographies du Soleil s'est élevé à 287 : ce qui, pour l'année entière, représente 310 jours. Ce nombre considérable montre bien qu'il y a un grand intérêt à poursuivre ces études à l'observatoire d'Alger.

Observatoire définitif. — Les travaux de construction de l'observatoire définitif commenceront cette année même; le nouvel établissement occupera une position admirable, à 350^m d'altitude, sur l'un des sommets de la Boudzaréah, près du village du même nom, à 11^{km} d'Alger par la route d'El-Biar. La superficie du terrain qui lui est attribuée est de 4^{ha} environ. Aux instruments que possède déjà cet observatoire viendront s'ajouter un équatorial coudé de $0^m,32$ du système de M. Lœwy et un cercle méridien de $0^m,189$. La partie optique de ces appareils est exécutée par MM. Henry; la partie mécanique par M. Gautier. Les travaux de l'observatoire définitif seront continués sur le plan adopté pour l'établissement provisoire, c'est-à-dire qu'ils comprendront l'Astronomie de position et l'Astronomie physique.

Digitized by Google

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

SUR LA VARIATION DE L'INTENSITÉ DE LA PESANTEUR DUE A L'ATTRACTION LUNI-SOLAIRE. — CONSÉQUENCES RELATIVES A LA MARCHE DES PENDULES;

PAR M. A. GAILLOT.

(Voir *Bulletin*, I, p. 113.)

Nous avons trouvé, en négligeant les puissances de $\frac{a}{r}$ supérieures à la troisième, que l'attraction lunaire produit à la surface de la Terre une variation de la pesanteur déterminée par la formule

$$\text{(I)} \qquad \frac{\delta g}{g} = \frac{g' - g}{g} = m\left(\frac{a}{r}\right)^3 (1 - 3\cos^2 z).$$

Dans le triangle sphérique déjà considéré, ayant pour sommets le pôle, le zénith et le centre de la Lune, on a

$$\cos z = \sin\lambda \sin + ☾ \cos\lambda \cos ☾ \cos H;$$

d'où, en substituant dans l'équation (I),

$$\text{(II)} \quad \frac{\delta g}{g} = m\left(\frac{a}{r}\right)^3 (1 - 3\sin^2\lambda \sin^2 ☾ - 3\cos^2\lambda \cos^2 ☾ \cos^2 H - \tfrac{3}{2}\sin 2\lambda \sin 2☾ \cos H).$$

Considérons encore le triangle $\gamma E E_1$, ayant pour sommets le point équinoxial γ, le nœud ascendant E de l'orbite lunaire sur l'écliptique, et l'intersection E_1 de cette même orbite avec l'équateur; et soient $\gamma E = \Omega$ la longitude du nœud; $\gamma E E_1 = i$ l'inclinaison de l'orbite lunaire sur l'écliptique; I son inclinaison sur l'équateur, d'où $\gamma E_1 E = 180^\circ - I$; $E\gamma E_1 = \omega$ l'obliquité de l'écliptique; ζ_1 la longitude de la Lune dans son orbite comptée à partir de E_1; $E_1 E = \Delta$; on aura

$$\begin{aligned}
\sin ☾ &= \sin I \sin \zeta_1, \\
\sin I \sin \Delta &= \sin\omega \sin\Omega, \\
\sin I \cos \Delta &= \cos\omega \sin i + \sin\omega \cos i \cos\Omega, \\
\sin^2 I &= \sin^2\omega + \sin^2 i (1 - \tfrac{3}{2}\sin^2\omega) \\
&\qquad + \tfrac{1}{2}\sin 2\omega \sin 2i \cos\Omega - \tfrac{1}{2}\sin^2\omega \sin^2 i \cos 2\Omega.
\end{aligned}$$

En tenant compte de ces relations, la formule (II) devient, après

Digitized by Google

quelques transformations trigonométriques,

$$
\text{(III)}\quad \left\{
\begin{aligned}
\frac{\delta g}{g} = m\left(\frac{a}{r}\right)^3 \Big[& (1-\tfrac{3}{2}\cos^2\lambda)(1-\tfrac{3}{2}\sin^2\omega)(1-\tfrac{3}{2}\sin^2 i) \\
& -\tfrac{3}{4}(1-\tfrac{3}{2}\cos^2\lambda)\sin 2\omega \sin 2i \cos\Omega \\
& +\tfrac{3}{4}(1-\tfrac{3}{2}\cos^2\lambda)\sin^2\omega \sin^2 i \cos 2\Omega \\
& +\tfrac{3}{2}(1-\tfrac{3}{2}\cos^2\lambda)\sin^2 I \cos 2\mathcal{L}_1 \\
& -\tfrac{3}{2}\sin 2\lambda \sin 2\text{☽} \cos H - \tfrac{3}{2}\cos^2\lambda \cos^2\text{☽} \cos 2H \Big].
\end{aligned}
\right.
$$

Le développement précédent pourrait être utilisé pour l'étude des marées : il n'est guère d'ailleurs qu'une forme particulière, et peut-être un peu plus explicite, de celui qui est donné par Laplace, dans le Livre IV de la *Mécanique céleste :* celle qui convient au cas où la figure du sphéroïde terrestre est considérée comme invariable.

Nous nous bornerons ici à rechercher quelle est l'influence de cette variation sur la marche des pendules.

De la formule qui définit la durée τ d'une oscillation du pendule, on déduit

$$\frac{\delta\tau}{\tau} = -\frac{1}{2}\frac{\delta g}{g}.$$

Cette relation subsiste quelque petite que soit la durée τ, et, comme c'est précisément cette durée qui sert à mesurer le temps, on peut écrire

$$\frac{d\tau}{dt} = -\frac{1}{2}\frac{\delta g}{g}.$$

Posant $\frac{d\Omega}{dt} = \nu$, $\frac{d\mathcal{L}_1}{dt} = \mu$, $\frac{dH}{dt} = h$, remplaçant $\frac{\delta g}{g}$ par sa valeur (III) et intégrant, on obtient pour la variation $T_{☾}$ produite au bout du temps t, par l'attraction lunaire, dans la marche d'une pendule,

$$
\text{(IV)}\quad \left\{
\begin{aligned}
T_{☾} = -\tfrac{1}{2}m\left(\frac{a}{r}\right)^3 \Big[& (1-\tfrac{3}{2}\cos^2\lambda)(1-\tfrac{3}{2}\sin^2\omega)(1-\tfrac{3}{2}\sin^2 i)\,t \\
& -\frac{3}{4\nu}(1-\tfrac{3}{2}\cos^2\lambda)\sin 2\omega \sin 2i \sin\Omega \\
& +\frac{3}{8\nu}(1-\tfrac{3}{2}\cos^2\lambda)\sin^2\omega \sin^2 i \sin 2\Omega \\
& +\frac{3}{4\mu}(1-\tfrac{3}{2}\cos^2\lambda)\sin^2 I \sin 2\mathcal{L}_1 \\
& -\frac{3}{2h}\sin 2\lambda \sin 2\text{☽} \sin H \\
& -\frac{3}{4h}\cos^2\lambda \cos^2\text{☽} \sin 2H \qquad \Big].
\end{aligned}
\right.
$$

Digitized by Google

Nous avons, dans l'intégrale précédente, négligé les variations de $\frac{a}{r}$, et supposé la longitude vraie de la Lune constamment égale à sa longitude moyenne; ce qui revient à dire que nous n'avons pas tenu compte de l'excentricité de l'orbite lunaire. Nous avons, de même, négligé les variations de I par rapport à celles de $\mathcal{L}_1$, les variations de $\mathfrak{D}$ par rapport à celles de H, admettant pour I et $\mathfrak{D}$ les valeurs moyennes correspondant respectivement à une révolution entière de $2\mathcal{L}_1$ ou de H et 2H. L'erreur commise de ce fait est seulement du second degré par rapport à l'excentricité pour le terme séculaire. Quant aux termes périodiques, leurs coefficients étant très faibles, l'erreur est tout à fait négligeable.

Le moyen mouvement de la Lune en longitude est, en un jour, de 47435″; celui du nœud de $-190'',63$; on en déduit $\frac{1}{h} = 1,04$, $\frac{1}{\mu} = 27,32$, $\frac{1}{\nu} = -6798,6$. On a, en outre, $m\left(\frac{a}{r}\right)^3 = 0,000000561$, $\omega = 23^\circ 27'$, $i = 5^\circ 9'$. En introduisant ces diverses valeurs dans la formule (IV), on obtient, t représentant des années juliennes,

$$\begin{aligned} T_{☾} = &-0^s,667(1-\tfrac{3}{2}\cos^2\lambda)t + 0^s,256(1-\tfrac{3}{2}\cos^2\lambda)\sin☊ \\ &-0^s,001(1-\tfrac{3}{2}\cos^2\lambda)\sin 2☊ + 0^s,0079(1-\tfrac{3}{2}\cos^2\lambda)\sin^2 I \sin 2\mathcal{L}_1 \\ &-0^s,0006 \sin 2\lambda \sin 2\mathfrak{D} \sin H - 0^s,0003 \cos^2\lambda \cos^2\mathfrak{D} \sin 2H. \end{aligned}$$

On voit que tous les termes périodiques, à l'exception peut-être du premier, sont négligeables.

La variation $T_{☉}$, due à l'attraction solaire, se déduirait immédiatement de la formule (IV) en supprimant les termes en ☊ et 2☊, faisant $i = 0$, $I = \omega$, et remplaçant m, r, $\mathfrak{D}$, $\mathcal{L}_1$ et H par les quantités correspondantes m', r', $\mathfrak{D}'$, $\mathcal{L}'_1$ et H' qui se rapportent au Soleil : les termes périodiques restants sont encore plus faibles que ceux qui dépendent de l'action de la Lune, et à plus forte raison négligeables.

En tenant compte de ce qui précède, avec la valeur

$$m'\left(\frac{a}{r'}\right)^3 = 0,0000000257,$$

la formule (IV) appliquée à l'action solaire donne

$$T_{☉} = -0^s,309(1-\tfrac{3}{2}\cos^2\lambda)t.$$

En se bornant, pour $T_{☾}$, aux deux termes principaux, on a, pour

Digitized by Google

la variation totale T due à l'action combinée de la Lune et du Soleil,

$$T = T_{☾} + T_{☉} = -0^s,976\left(1 - \tfrac{3}{2}\cos^2\lambda\right)t + 0^s,256\left(1 - \tfrac{3}{2}\cos^2\lambda\right)\sin\Omega.$$

On en conclut, pour diverses latitudes,

$\lambda = 0^\circ$,	$T = +0^s,49\,t$	$-0^s,13\sin\Omega$;	$\lambda = \pm 60^\circ$,	$T = -0^s,61\,t$	$+0^s,16\sin\Omega$
± 15,	$+0,39$	$-0,10$	± 75,	$-0,88$	$+0,23$
± 30,	$+0,12$	$-0,03$	± 90,	$-0,98$	$+0,26$
± 45,	$-0,24$	$+0,06$			

Pour Paris, $\lambda = 48^\circ 50'$, $T = -0^s,34\,t + 0^s,09\sin\Omega$.

T représente l'accroissement du temps employé par une pendule pour battre le nombre de secondes correspondant à t : il en résulte que la pendule avance ou retarde selon que T est négatif ou positif.

De la formule $g = \frac{f}{a^2}$ on déduit $\delta a = -\frac{1}{2}a\frac{\delta g}{g}$. Or, en se bornant à la partie séculaire de l'expression (III), on a, pour l'action combinée du Soleil et de la Lune,

$$\frac{\delta g}{g} = \left(1 - \tfrac{3}{2}\cos^2\lambda\right) \times 0,0000000619.$$

En faisant successivement dans cette formule $\lambda = 90^\circ$ et $\lambda = 0$, et substituant les valeurs résultantes de $\frac{\delta g}{g}$ dans l'expression de δa, on trouve que la différence entre le rayon équatorial et le rayon polaire, lorsqu'elle est déterminée par la comparaison de la durée des oscillations du pendule à diverses latitudes, devrait être diminuée de $0^m,30$. Mais la correction est absolument négligeable, car l'incertitude sur la valeur même de la différence est au moins deux cents fois plus considérable.

Voir, relativement aux diverses questions traitées ci-dessus :

LAPLACE, *Mécanique céleste,* Livre IV et Livre XIII;
POISSON, *Traité de Mécanique,* Livre II, Chap. VII;
THOMSON et TAIT, *Natural Philosophy;*
PETERS C.F.A, *Bulletin de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg,* T. III;
STERNECKE, *Sitzungsberichte,* T. LXXIII, 1876, Vienne;
SANG, *Trans. R. S.,* T. XXIII, Edinburgh;
HAGEN, *Astronomische Nachrichten,* n° 2568; etc.

Digitized by Google

APPARENCES DE VÉNUS DANS LE VOISINAGE DE LA CONJONCTION INFÉRIEURE, EN 1882;

PAR M. O. CALLANDREAU.

Vénus sera en conjonction inférieure vers le milieu de juillet prochain, et les observateurs chercheront sans doute à élucider plusieurs points restés obscurs, la lumière cendrée, les dentelures des cornes, etc... Je voudrais appeler aussi l'attention sur le mode de développement du croissant de la planète, des observations suivies de Vénus, dans des circonstances extrêmement favorables, du 1er au 26 décembre 1882, donnant lieu de penser que les phénomènes ne sont pas aussi simples qu'on serait porté à le croire au premier abord (1).

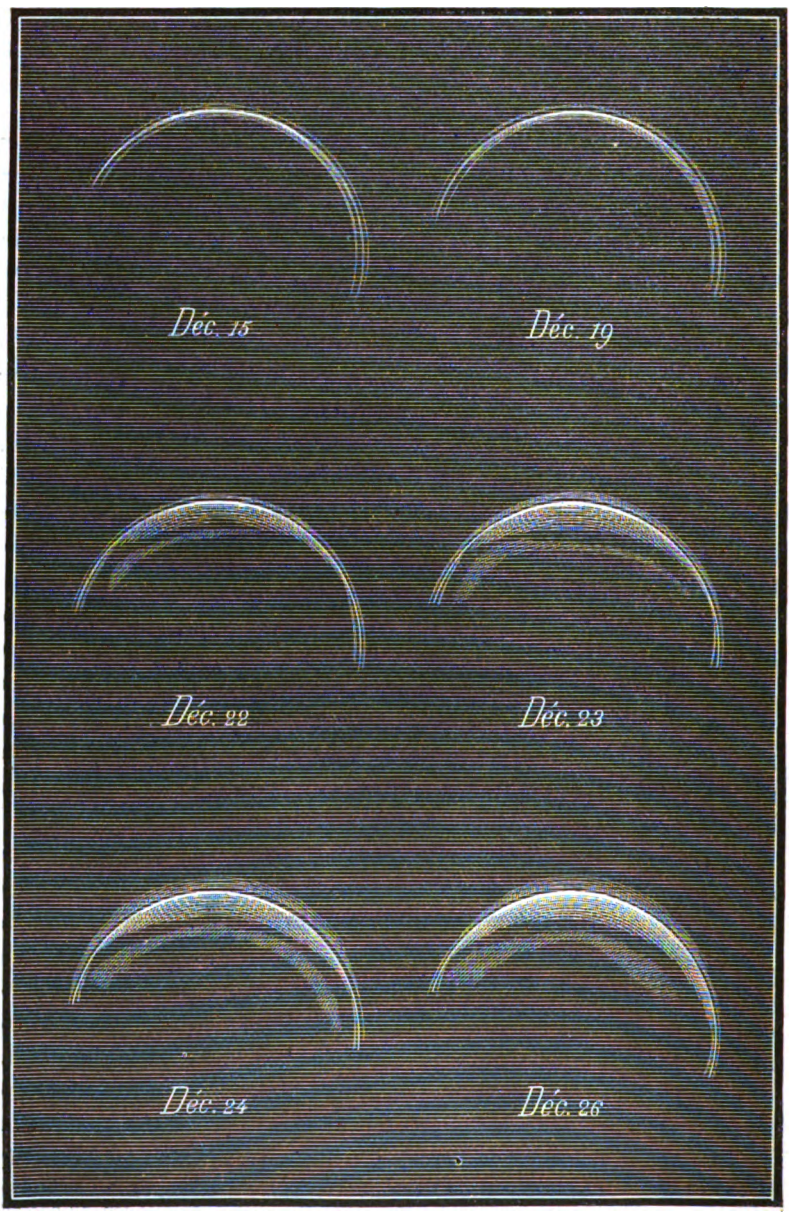
Dans les premiers jours de décembre et à la veille du passage, Vénus était facile à observer : le disque se détachait bien sur le fond du ciel; on distinguait la lumière cendrée, et les extrémités des cornes se prolongeaient parfois de manière à embrasser le disque tout entier. Les apparences physiques qui s'offrirent durant le passage donnèrent ensuite un intérêt particulier à l'observation suivie du croissant. Les grossissements employés ont varié entre 100 et 300 fois; on a eu soin de répéter chaque observation avec les différents oculaires, et dans les circonstances les plus variées, en portant, bien entendu, une attention particulière sur la mise au point. Les images étaient très belles, surtout dans la matinée. Voici quelques extraits des notes prises :

Le 9 décembre, on constate que le croissant est formé par un arc lumineux étroit, *aussi net vers l'intérieur de Vénus qu'au dehors :* l'arc occupe presque la moitié de la circonférence du disque.

Le 11 décembre, on évalue la largeur de l'arc lumineux à 1″. Le même jour on observe, vers la gauche du croissant, la naissance d'une fine ligne brillante, légèrement écartée de l'arc lumineux qui sera appelé désormais l'*arc central;* et l'on donne à la ligne bril-

(1) Les observations ont été faites à Piéton-ville, près de Port-au-Prince (Haïti), à 300m environ d'altitude, avec un équatorial de 0m,16 d'ouverture. Cette station avait été admirablement choisie par M. d'Abbadie, chef de la mission du passage de Vénus : l'air était d'une pureté et d'un calme remarquables, surtout dans la matinée.

Digitized by Google



Apparences de Vénus dans le voisinage de la conjonction inférieure, en 1882.

Digitized by Google

lante observée, dont l'extrémité ne se prolonge pas aussi loin que l'arc central, le nom d'*arc interne*.

Le 12 décembre, l'arc interne a gagné en netteté. Extérieurement à l'arc central, on observe un léger arc ou bordure lumineuse; les deux arcs paraissent distants de l'arc central d'environ 1″. Celui-ci est toujours aussi net vers l'intérieur de Vénus qu'au dehors; il y a seulement un peu de confusion au milieu avec l'arc interne.

Le 15 décembre, avec le grossissement de 100 fois, les images étant excellentes, on voit très nettement les deux pointes internes. Avec le grossissement de 300 fois, on observe les mêmes apparences que les jours précédents. L'arc central conserve toujours la même largeur, et ses bords sont très nets. On est frappé par le contraste qui existe entre la fixité de l'arc central et la mobilité des deux arcs, interne et externe, d'éclat plus faible.

A partir du 15 décembre, les dessins qui accompagnent cette Note donnent une idée du développement du croissant. A mesure que la lumière afflue, l'ensemble du croissant augmente de largeur, mais on continue à distinguer : 1° l'arc lumineux central qui forme le pourtour du croissant; la lumière y paraît plus condensée que dans le reste du croissant, il conserve la même largeur et le bord intérieur se distingue toujours; 2° l'enveloppe extérieure d'un éclat affaibli où la lumière est comme diffusée; 3° l'arc interne dont les extrémités demeurent toujours bien marquées, mais qui est absorbé de plus en plus par la lumière qui afflue; cette lumière ondulante formant l'ensemble du croissant *vient se terminer et se fondre dans les pointes de l'arc interne;* elle s'avance sans limitation précise vers le centre du disque, et ses mouvements paraissent correspondre à ceux de la bordure extérieure.

CONSTITUTION ET ORIGINE DU GROUPE B DU SPECTRE SOLAIRE;

PAR M. L. THOLLON.

Quand on dirige sur le Soleil, au moment où il est dans le voisinage du zénith, un spectroscope à un seul prisme, on voit, près de C, au quart environ de la distance qui sépare C de l'extrême rouge, une raie forte et noire, que Fraunhofer a appelée B. Avec

Digitized by Google

un appareil plus puissant de cinq ou six prismes, cette raie devient une large bande très noire, séparée de la région C par un intervalle pour ainsi dire désert où les raies sont clairsemées et, en grande partie, fines et faibles. Du côté opposé, cette bande est suivie de raies bien marquées qui paraissent très régulièrement espacées et dont les premières donnent quelques signes de dédoublement. Le P. Secchi avait fait de vains efforts pour résoudre la bande B; il écrit à ce sujet (voir *le Soleil,* vol. I, éd. 1875, p. 235): « Certaines bandes qui, dans les instruments ordinaires, paraissent comme estompées, sont en réalité composées d'un grand nombre de lignes parfaitement distinctes, comme on le voit dans un spectroscope ayant un grand pouvoir dispersif; mais quelques-unes d'entre elles sont réellement diffuses sur les bords, et il est impossible de les décomposer, quelle que soit la puissance de l'instrument que l'on emploie. Nous pouvons citer comme exemple les raies du groupe B. »

L'affirmation du savant physicien prouve qu'à l'époque où il écrivait ces lignes on n'avait pas encore poussé bien loin la perfection et la puissance des appareils spectroscopiques. Il suffit en effet de la dispersion de huit à dix prismes pour constater que la bande B est en réalité formée d'un grand nombre de raies distinctes. Avec mon appareil à grande dispersion elle se résout d'une façon vraiment admirable. Les dix-sept raies qui la composent se distinguent avec la plus grande netteté et peuvent se mesurer très exactement. Quant à celles qui la suivent du côté du rouge, elles sont toutes largement dédoublées et offrent par leur régularité un aspect très remarquable.

En 1878, M. Piazzi Smyth et M. Langley sont parvenus les premiers et presque simultanément à résoudre ce groupe. M. P. Smyth, opérant avec des prismes, n'a obtenu qu'une résolution incomplète, tandis que M. Langley avec un excellent réseau, de M. Rutherfurd, a non seulement séparé toutes les raies, mais encore déterminé leurs longueurs d'ondes. N'ayant pas eu connaissance des travaux de ces savants, j'ai cru être le premier à obtenir ce résultat en 1879. Je faisais alors les premiers essais de mon appareil à grande dispersion. Les prismes composés à sulfure de carbone, que venait de faire M. Laurent, étaient simplement montés sur une planchette à dessin, ils étaient mal réglés, mal abrités contre les

Digitized by Google

variations de température et ne pouvaient me donner les résultats que j'obtiens aujourd'hui. Le dessin qu'à cette occasion j'ai publié dans les *Comptes rendus* est incomplet et défectueux. Celui qui accompagne cet article (*Pl. I*) a été fait avec un soin minutieux. A l'échelle où il a été exécuté, les erreurs de position ne doivent guère dépasser $\frac{1}{10}$ de millimètre. Il est plus complet que tous ceux que j'ai vus jusqu'à ce jour.

La légende qui se trouve au bas de mon dessin permet d'y reconnaître au premier coup d'œil : 1° les raies métalliques; 2° les raies telluriques produites par l'élément variable de l'atmosphère (la vapeur d'eau sans aucun doute); 3° les raies telluriques provenant des éléments constants (oxygène, azote, acide carbonique). On voit ainsi que le groupe se compose d'un massif de dix-sept raies constituant, à proprement parler, la raie B de Fraunhofer; d'un système de douze couples dont les intervalles croissent régulièrement en allant de droite à gauche, tandis que la distance des composantes diminue avec non moins de régularité en allant dans le même sens, et enfin d'un massif assez important de raies appartenant à la vapeur d'eau, le tout entremêlé de raies métalliques rares et faibles.

Quand on parcourt le spectre solaire, donné par mon appareil, en commençant par le violet, et qu'on a vu les milliers de raies qui le composent distribuées, sans aucune espèce d'ordre apparent, dans toutes les régions, on éprouve, en arrivant au groupe B, la même impression, comme dit M. Langley, qu'un voyageur égaré dans une forêt vierge, se trouvant tout à coup en présence d'une allée d'arbres parfaitement alignés et espacés avec une régularité mathématique. Il convient d'ajouter que A à l'extrême rouge et α compris entre C et D sont constitués d'une manière identique; s'ils frappent moins l'attention, c'est parce que A est presque à la limite de la visibilité et que la régularité de α se trouve masquée par un assez grand nombre de raies qui lui sont en quelque sorte étrangères. En dehors de ces trois cas, le hasard seul semble avoir présidé à la répartition des raies dans toute l'étendue du spectre.

Mais l'intérêt qui s'attache à ces groupes ne tient pas seulement à la singularité de leur aspect, il tient encore et surtout à la question d'origine. Dans quelles régions se produisent les absorptions

Digitized by Google

qui leur donnent naissance? Est-ce dans l'atmosphère solaire, dans l'atmosphère terrestre ou dans un milieu compris entre le Soleil et la Terre? Ces absorptions proviennent-elles du même élément et quel est cet élément? Les réponses faites à ces diverses questions, qui se sont posées depuis longtemps déjà, ont été des plus contradictoires.

Pour ne parler que de B, M. Janssen, après sa mémorable expérience de la Villette, en 1866, affirma que ce groupe (en grande partie au moins) devait être attribué à la vapeur d'eau. Le petit dessin qu'il a publié dans les *Annales de Chimie et de Physique* (4e série, t. XXIV, p. 217) montre en effet, en face de B, des bandes d'absorption dues à la vapeur d'eau et correspondant exactement aux bandes spectrales que le soleil couchant donne dans cette région. D'autre part, Angström, qui s'était beaucoup occupé de la question, dit que, par un froid de 27°, alors que les autres raies telluriques avaient presque entièrement disparu, il vit B avec une netteté parfaite; il lui sembla même que, pour une même distance zénithale du Soleil, ce groupe était plus noir et plus intense que d'habitude. Il en conclut qu'il ne pouvait pas provenir de la vapeur d'eau. Cet éminent physicien, partisan convaincu de l'unité de spectre pour les gaz simples, avait constaté que, dans le spectre d'émission de l'air, il n'y avait aucune trace de raie ou bande correspondant à B. Il en résultait pour lui la conséquence que l'air ne pouvait pas absorber des radiations qu'il était impropre à émettre. Si donc ce groupe, variable comme les autres raies telluriques, ne pouvait être attribué ni à la vapeur d'eau, ni à l'azote, ni à l'oxygène de l'air, à quel élément devait-il son origine? Angström parla de l'acide carbonique, mais sans y croire peut-être. Il sembla vivement préoccupé des expériences de Tyndall sur le pouvoir absorbant des gaz pour la chaleur. On sait que cet habile expérimentateur avait trouvé que les coefficients d'absorption de l'oxygène et de l'azote ne correspondaient nullement au coefficient d'absorption de l'air; il attribuait la différence à un élément inconnu assez rare pour échapper à nos analyses et doué d'un pouvoir absorbant énorme. Il est probable qu'Angström songeait à cet élément inconnu. En réalité, il resta toujours dans le doute.

La grande autorité du savant suédois ne devait pas manquer d'exercer son influence sur le jugement de ceux qui devaient après

Digitized by Google

lui aborder la même question. Le capitaine Abney, qui s'est signalé par des travaux scientifiques si remarquables, affirme dans la *Nature* du 12 octobre 1882 (p. 585) que les groupes A et B ne doivent pas être considérés comme telluriques, mais comme provenant d'un milieu existant entre le Soleil et la Terre. M. Piazzi Smyth, qui avait d'abord considéré B comme tellurique, semble en dernier lieu adopter les idées du capitaine Abney et incline à croire que B, comme A, pourrait bien être en effet le produit d'un milieu interplanétaire. Les récentes théories de Siemens lui semblent confirmer cette manière de voir.

L'étude que je poursuis depuis plusieurs années sur la portion du spectre solaire qui s'étend de A à *b* m'a conduit tout naturellement à m'occuper de ce sujet. Voici par quelle méthode je parviens à faire le triage et la classification des raies spectrales. Après des mesures préalables faites avec le plus grand soin pour déterminer exactement la position de ces raies, chaque région du spectre est dessinée sur deux cartons. Le premier est destiné à reproduire l'aspect de cette région quand le Soleil est à 60° du zénith, l'autre quand il en est à 80°. Ces distances ont été choisies de manière qu'à la latitude de Nice les observations puissent être poursuivies toute l'année. Quand le temps paraît convenable, à l'heure où le Soleil est dans la position voulue, l'intensité de chaque raie est marquée sur le carton même avec toute l'exactitude possible en notant chaque fois l'état hygrométrique de l'air. Le procédé est lent, minutieux, pénible, mais le résultat est certain. Quand j'ai fait ainsi 8 à 10 séries d'observations sur chaque dessin, elles sont discutées avec soin et les indications relatives à une raie quelconque me font juger sûrement : 1° si elle n'est pas métallique, 2° si une raie tellurique appartient à un élément constant ou à un élément variable de l'atmosphère. Par cette méthode, j'ai pu acquérir la certitude que A, B et α sont des groupes telluriques dus aux éléments constants de l'air. *A la même distance zénithale, ils ont toujours la même intensité.* Je ne parle, bien entendu, que du massif principal de chacun d'eux, et des couples qui le suivent du côté le moins réfrangible.

Restait à savoir exactement à quel élément atmosphérique il fallait attribuer les groupes en question. M. Egoroff, professeur de Physique à l'Université de Varsovie, est parvenu récemment à ré-

Digitized by Google

soudre le problème. Depuis plusieurs années, il s'était voué avec ardeur à cette recherche. Nous avons fait ensemble en 1882 une série d'expériences à ce sujet, à l'Observatoire de Paris. Un faisceau de lumière électrique dirigé du Mont-Valérien sur l'Observatoire (10^{km}) nous a donné le spectre des raies telluriques à peu près complet. On y distinguait sans peine A, B et α si faciles à reconnaître. Le capitaine Abney a contesté les résultats que nous avons obtenus; ils ne sont pourtant pas contestables : l'expérience du reste est facile à répéter.

Enfin, après ces études préliminaires, M. Egoroff, opérant directement sur de l'oxygène fortement comprimé dans un tube métallique et traversé dans sa longueur par un faisceau de vive lumière, a obtenu les groupes A et B. L'épaisseur d'oxygène traversé n'était sans doute pas suffisante pour la production de α. Quoi qu'il en soit, on peut affirmer aujourd'hui, sans crainte de se tromper, que ces trois groupes si remarquables d'aspect et si semblables entre eux ont pour origine l'absorption due spécialement à l'oxygène de l'air.

Je n'ai pas besoin de faire ressortir l'importance de ce résultat. Mais comment le concilier avec les observations de M. Janssen, d'Angström et de M. P. Smyth? A en juger par le dessin contenu dans les *Annales* et mentionné ci-dessus, M. Janssen aurait vu dans le spectre de la vapeur d'eau des bandes correspondant à celles du spectre solaire dans la région B; l'une d'elles coïncide même exactement avec le massif principal du groupe. D'après mes propres observations, il faudrait pour cela qu'en ce point la vapeur d'eau donnât une bande non résoluble qui obscurcirait simplement les intervalles des raies, comme on le voit dans le spectre 1 de mon dessin. Cet obscurcissement devrait alors varier suivant l'état hygrométrique de l'air et non, comme il m'a toujours paru, suivant la hauteur du Soleil. Ou bien cette bande n'est pas représentée dans la position exacte qu'elle devrait occuper; il faudrait qu'elle fût reportée plus à gauche, où se trouvent en effet beaucoup de raies de la vapeur d'eau constituant un massif important (voir la Planche).

Si, d'autre part, Angström a vu B plus intense par un froid de 27° qu'en temps ordinaire, c'est sans doute par un simple effet de contraste : les autres raies telluriques se trouvant très affaiblies,

Digitized by Google

celles qui conservent leur intensité doivent paraître plus noires. C'est là un effet qui se produit fréquemment dans le cours de mes déterminations et contre lequel je dois me tenir toujours en garde. Maintenant comment expliquer que le spectre d'absorption de l'oxygène diffère tellement de son spectre d'émission? Le manque de données suffisantes rend toute explication impossible, mais la certitude du fait nous oblige à conclure que l'oxygène *froid* n'a pas les mêmes propriétés que l'oxygène *incandescent* et nous permet de soupçonner qu'il en peut être de même pour tous les gaz.

En affirmant que A et même B ne varient pas réellement d'intensité quand le Soleil s'approche de l'horizon, un éminent observateur comme M. Piazzi Smyth aurait bien surpris les spectroscopistes de profession, s'ils ne savaient combien le maniement d'un appareil à grande dispersion est chose délicate et difficile. Que le faisceau lumineux soit mal diaphragmé, que le réglage des prismes ne soit pas irréprochable, qu'une imperceptible buée se dépose sur les surfaces, les images, surtout dans l'extrême rouge, apparaissent comme noyées dans la lumière diffuse qui masque les effets les plus évidents et en défigure même les caractères essentiels. Il se produit souvent des phénomènes bizarres dont il semble impossible de découvrir les causes et qui rendent les illusions bien faciles. Mais, quand on opère dans de bonnes conditions, avec un appareil bien conçu et bien construit, on voit avec la dernière évidence que A et B varient considérablement d'intensité suivant la hauteur du Soleil et sont certainement telluriques.

Durant l'éclipse totale de 1882, M. Trépied et moi avons cru observer, sur les bords du disque lunaire, un notable renforcement des raies du groupe B. Si la théorie du capitaine Abney avait pu être confirmée, elle aurait certainement donné un grand poids à nos observations, et pour mon compte j'en aurais éprouvé une vive satisfaction. Malheureusement l'atmosphère d'oxygène, qu'il faudrait aujourd'hui attribuer à la Lune, pour produire les effets observés, semble peu conciliable avec le défaut de réfraction des rayons lumineux qui rasent les bords de notre satellite. Je crains bien que les résultats obtenus en Égypte ne soient une de ces illusions dont presque tous les spectroscopistes ont été plus ou moins les victimes.

Maintenant il importerait de savoir si l'azote et l'acide carbo-

Digitized by Google

nique de l'air ne sont représentés par aucune raie ou aucun groupe dans le spectre solaire. L'étude que je poursuis en ce moment, d'après la méthode décrite ci-dessus, ne manquera pas, j'espère, de donner sur ce point important des indications précises. Jusqu'à ce jour, en dehors des groupes de l'oxygène, je n'ai découvert aucune raie pouvant être sûrement attribuée aux éléments constants de l'atmosphère. Il convient donc d'attendre le résultat de mes recherches pour donner suite au projet adopté par M. Bischoffsheim d'établir au Mont Gros un tube métallique de longueur considérable, dans lequel on pourrait étudier sur une grande échelle les spectres d'absorption des gaz.

LA COMÈTE DE 1812 (PONS-BROOKS) DANS L'APPARITION DE 1883-1884 (1),

Par MM. SCHULHOF et BOSSERT.

Éphéméride (*Suite*).

12h Temps moyen de Berlin.

Dates.	Æ. app.	⊕. app.	log Δ.	T. d'aberr.
		1883. Octobre.		
	h m s	° ′ ″		m s
19.....	16.43.38,53	+55. 2.50,6	0,25540	14.56
20.....	16.44.58,82	+54.51. 1,7	0,25199	14.49
21.....	16.46.21,99	+54.39.17,1	0,24852	14.42
22.....	16.47.48,05	+54.27.36,8	0,24500	14.35
23.....	16.49.17,04	+54.16. 0,8	0,24142	14.28
24.....	16.50.48,97	+54. 4.29,0	0,23779	14.21
25.....	16.52.23,91	+53.53. 1,4	0,23410	14.13
26.....	16.54. 1,85	+53.41.37,8	0,23035	14. 6
27.....	16.55.42,86	+53.30.18,3	0,22654	13.59
28.....	16.57,26,98	+53.19. 2,7	0,22267	13.51
29.....	16.59.14,23	+53. 7.50,9	0,21874	13.44
30.....	17. 1. 4,67	+52.56.42,5	0,21474	13.36
31.....	17. 2.58,32	+52.45.37,4	0,21067	13.29
		1883. Novembre.		
1.....	17. 4.55,24	+52.34.35,5	0,20655	13.21
2.....	17. 6.55,51	+52.23.36,2	0,20235	13.13
3.....	17. 8.59,17	+52.12.39,4	0,19808	13. 5
4.....	17.11. 6,28	+52. 1.44,7	0,19374	12.58
5.....	17.13.16,90	+51.50.51,6	0,18933	12.50

(1) Voir *Bulletin* I, p. 24 et 137.

Digitized by Google

Dates.	Æ app.	⦶ app.	log Δ.	T. d'aberr.
		1883. Novembre.		
	h m s	° ′ ″		m s
6.....	17.15.31,11	+51.39.59,6	0,18485	12.42
7.....	17.17.48,97	+51.29. 8,3	0,18032	12.34
8.....	17.20.10,56	+51.18.17,2	0,17566	12.26
9.....	17.22.35,96	+51. 7.25,5	0,17095	12.18
10.....	17.25. 5,26	+50.56.32,5	0,16616	12.10
11.....	17.27.38,55	+50.45.37,3	0,16129	12. 2
12.....	17.30.15,93	+50.34.39,3	0,15633	11.54
13.....	17.32.57,51	+50.23.37,5	0,15129	11.45
14.....	17.35.43,38	+50.12.30,7	0,14617	11.37
15.....	17.38.33,67	+50. 1.18,1	0,14096	11.29
16.....	17.41.28,51	+49.49.58,3	0,13567	11.20
17.....	17.44.28,02	+49.38.30,4	0,13029	11.12
18.....	17.47.32,32	+49.26.52,6	0,12481	11. 4
19.....	17.50.41,55	+49.15. 3,7	0,11924	10.55
20.....	17.53.55,87	+49. 3. 2,3	0,11357	10.47
21.....	17.57.15,41	+48.50.46,6	0,10781	10.38
22.....	18. 0.40,29	+48.38.14,8	0,10196	10.30
23.....	18. 4.10,68	+48.25.24,9	0,09601	10.21
24.....	18. 7.46,74	+48.12.14,8	0,08996	10.12
25.....	18.11.28,60	+47.58.42,1	0,08381	10. 4
26.....	18.15.16,42	+47.44.44,4	0,07757	9.55
27.....	18.19.10,36	+47.30.19,0	0,07121	9.47
28.....	18.23.10,57	+47.15.22,9	0,06476	9.38
29.....	18.27.17,21	+46.59.52,8	0,05820	9.29
30.....	18.31.30,42	+46.43.45,5	0,05155	9.21
31.....	18.35.50,36	+46.26.57,1	0,04480	9.12

Comparaison des observations avec l'éphéméride.

Dates.	Lieux d'observ.	T. m. de Berlin.	Æ géoc.	dÆ.	⦶ géoc.	d⦶	Étoile.
			1883. Octobre.				
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
20.	Vienne.....	7.16. 8	16.44.41,37	— 0,57	+54.53.17,8	—10,6	66
20.	Glasgow (U. S.).	15. 3.11	16.45. 8,62	+ 0,23	+54.49.43,0	+ 3,9	72
21.	Tachkent.....	4.38. 3	16.45.54,02	— 1,28	+54.42.31,0	—29,0	66
21.	Hambourg.....	7.41.18	16.46. 5,89	— 0,08	+54.41.28,8	— 1,8	66
21.	Hambourg.....	8.22. 0	16.46. 8,39	+ 0,03	+54.41. 9,3	— 1,4	66
21.	Dresde.....	9.27.56	16.46.11,44	— 0,76	+54.40.39,6	+ 1,1	66
21.	Greenwich	12. 5.35	16.46.17,89	— 3,56	+54.39.35,5	+14,0	72
21.	Greenwich	12.31.35	16.46.16,78	— 6,20	+54.40. 7,9	+59,1	66
22.	Marseille	7.46.15	16.47.31,82	+ 0,03	+54.29.46,3	— 0,7	70
22.	Paris.....	9.36.14	16.47.38,38	— 0,07	+54.28.50,5	— 3,2	71
22.	Glasgow.....	15. 4. 5	16.47.58,71	+ 0,34	+54.27.10,0	— 4,6	71
23.	Leipzig.....	6.55.11	16.48.56,90	— 0,15	+54.18.40,6	+ 5,8	70

Digitized by Google

Dates	Lieux d'observ.	T. m. de Berlin.	☊ géoc.	d☊.	☉ géoc.	d☉.	Étoile.
			1883. Octobre.				
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
23.	Alger.....	7.33.15	16.48.59,91	+ 0,49	+54.18.12,2	— 4,2	73
23.	Padoue.....	7.51.44	16.49. 1,00	+ 0,42	+54.18. 5,5	— 2,0	69
23.	Padoue.....	7.51.44	16.49. 1,00	+ 0,42	+54.18. 6,2	— 1,3	70
23.	Marseille	8.25. 8	16.49. 2,61	— 0,05	+54.17.49,0	— 2,4	70
23.	Rome	10.25.29	16.49.10,06	— 0,14	+54.17. 6,0	+12,7	70
23.	Dresde	11.24.24	16.49.13,37	— 0,52	+54.16.22,9	— 2,0	69
24.	Tachkent.....	4.20. 0	16.50.18,40	+ 0,04	+54. 8.17,9	+ 1,5	73
24.	Kiel.....	6.59.29	16.50.28,91	+ 0,30	+54. 6.51,2	— 8,7	67
24.	Vienne	7. 3.33	16.50.28,46	— 0,41	+54. 6.57,3	— 0,7	69
24.	Nice.....	7.14.38	16.50.29,60	+ 0,01	+54. 6.50,2	— 2,4	68
24.	Kœnigsberg.....	8. 8.16	16.50.33,12	+ 0,07	+54. 6.28,2	+ 1,3	68
24.	Alger.....	8.37.12	16.50.34,51	— 0,41	+54. 6.10,8	— 2,3	69
24.	Rome	10.44. 8	16.50.42,70	— 0,42	+54. 5.14,8	+ 2,5	68
24.	Washington.....	12.54.12	16.50.50,16	— 1,39	+54. 4.25,6	+15,7	68
24.	Washington.....	13.11.28	16.50.52,21	— 0,47	+54. 4. 0,8	— 0,8	70
24.	Washington.....	13.45. 1	16.50.54,93	+ 0,06	+54. 3.39,2	— 6,4	69
25.	Nice.....	7.59.11	16.52. 6,93	+ 0,06	+53.54.59,4	— 3,5	68
25.	Strasbourg.....	9.13. 5	16.52.12,04	+ 0,24	+53.54.29,3	+ 1,7	68
25.	Kiel.....	9.50.39	16.52.14,40	+ 0,09	+53.53.59,4	—10,3	68
25.	Padoue.....	11.50.34	16.52.22,71	+ 0,39	+53.53. 9,1	— 3,5	68
26.	Strasbourg.....	7.16. 0	16.53.41,94	+ 0,61	+53.44. 5,8	+ 6,8	74
26.	Dresde	7.56.51	16.53.44,54	+ 0,40	+53.43.43,8	+ 4,2	79
26.	Washington.....	13.11.30	16.54. 5,42	— 0,40	+53.41. 8,1	— 2,6	79
27.	Vienne	6.55. 6	16.55.20,16	— 0,07	+53.32.44,2	— 4,2	75
27.	Kœnigsberg.....	6.56.59	16.55.20,28	— 0,08	+53.32.42,1	— 5,5	75
27.	Strasbourg.....	7.23. 4	16.55.22,67	+ 0,46	+53.32.36,0	+ 0,7	77
27.	Kœnigsberg.....	7.32. 0	16.55.22,81	— 0,03	+53.32.30,3	— 0,8	75
27.	Vienne.....	7.35.50	16.55.23,36	+ 0,24	+53.32.39,5	+10,2	79
27.	Dresde	7.44.16	16.55.24,04	+ 0,33	+53.32.28,4	+ 3,1	77
27.	Washington.....	13.26.37	16.55.48,70	+ 0,66	+53.29.49,0	+ 4,8	80
28.	Padoue.....	9.28.38	16.57.15,45	+ 0,58	+53.20.23,2	+ 3,1	82
28.	Padoue.....	9.28.38	16.57.15,73	+ 0,85	+53.20.19,0	— 1,1	75
28.	Padoue.....	9.28.38	16.57.15,33	+ 0,46	+53.20.21,1	+ 1,1	80
28.	Upsal.....	11. 1.10	16.57.22,42	+ 0,78	+53.19.34,4	— 2,4	78
28.	Glasgow.....	14. 7. 4	16.57.35,04	— 0,26	+53.18. 9,8	0,0	75
29.	Kœnigsberg.....	6.54.53	16.58.49,83	— 0,38	+53.10.19,9	+ 0,6	76
29.	Vienne	7. 9.52	16.58.51,45	+ 0,12	+53.10.11,9	— 0,4	75
29.	Greenwich	7.27.35	16.58.51,49	— 1,17	+53. 9.40,6	—23,5	75
29.	Kœnigsberg.....	7.30.52	16.58.51,65	— 1,26	+53.10. 4,6	+ 2,0	76
29.	Greenwich	8.14.35	16.58.43,91	—12,28	+53.10. 4,4	+22,2	80
29.	Alger.....	9.42.53	16.59. 3,90	+ 1,05	+53. 9. 2,5	+ 1,5	75
29.	Padoue.....	10.34.23	16.59. 6,79	+ 0,06	+53. 8.30,5	— 6,6	75

Digitized by Google

Dates.	Lieux d'observ.	T. m. de Berlin.	⅋ géoc.	d⅋.	☉ géoc.	d☉.	Étoile.
			1883. Octobre.				
		h m s	h m s		° ′ ″	″	
29.	Padoue.....	10.34.23	16.59. 6,46	— 0,27	+53. 8.36,5	— 0,6	82
29.	Prague W.....	13.56.16	16.59.22,50	+ 0,51	+53. 6.30,4	—32,7	75
29.	Prague G.....	14.26.23	16.59.21,87	— 2,40	+53. 6.30,7	—18,5	75
29.	Glasgow.....	14.33.10	16.59.24,84	+ 0,06	+53. 6.41,5	— 4,5	75
29.	Washington S...	15.12.14	16.59.27,86	+ 0,12	+53. 6.27,3	— 0,6	75
30.	Tachkent.....	5.17.31	17. 0.32,32	— 0,10	+52.59.54,4	— 0,9	81
30.	Plonsk.....	6.49.27	17. 0.39,97	+ 0,44	+52.59.10,8	— 1,9	85
30.	Dresde.....	8. 5. 9	17. 0.45,05	— 0,32	+52.58.38,3	+ 0,7	85
30.	Alger.....	8.32.26	17. 0.46,50	— 1,00	+52.58.23,4	— 1,5	81
30.	Kœnigsberg.....	9.40. 3	17. 0.52,36	— 0,37	+52.57.54,6	+ 1,0	76
30.	Padoue.....	9.59.50	17. 0.55,07	+ 0,80	+52.57.39,7	— 4,7	76
30.	Kœnigsberg.....	10.18.55	17. 0.55,45	— 0,30	+52.57.34,3	— 1,3	76
30.	Washington F...	12.47. 9	17. 1. 6,32	— 0,96	+52.56.32,9	+ 5,9	85
30.	Washington F...	12.47. 9	17. 1. 6,67	— 0,60	+52.56.30,0	+ 3,0	87
30.	Washington F...	12.47. 9	17. 1. 7,36	+ 0,09	+52.56.31,7	+ 4,7	88
30.	Prague G.....	13.22.14	17. 1. 6,97	— 3,05	+52.55.30,2	—40,5	81
30.	Washington S...	13.29.47	17. 1.11,08	+ 0,48	+52.56.12,5	+ 5,2	76
30.	Glasgow.....	14. 7.51	17. 1.13,53	— 0,03	+52.55.48,7	— 0,9	81
31.	Vienne P.....	6.26. 9	17. 2.30,22	— 0,39	+52.48.19,9	+ 2,4	76
31.	Dresde.....	7. 5.25	17. 2.33,61	— 0,12	+52.47.59,3	— 0,1	85
31.	Vienne O.....	7.18.23	17. 2.34,69	— 0,08	+52.47.51,8	— 1,7	85
31.	Nice.....	8. 6. 5	17. 2.38,46	— 0,11	+52.47.30,9	— 0,6	76
31.	Marseille.....	8.14.28	17. 2.38,82	— 0,41	+52.47.27,2	— 0,4	76
31.	Padoue.....	9. 6.56	17. 2.43,77	+ 0,36	+52.47. 0,7	— 2,7	76
31.	Padoue.....	9. 6.56	17. 2.43,24	— 0,17	+52.47. 4,0	+ 0,6	85
31.	Washington F..	13.22. 4	17. 3. 4,61	+ 0,79	+52.45. 7,2	+ 1,3	85
31.	Washington F..	13.22. 4	17. 3. 4,67	+ 0,86	+52.45. 6,5	+ 0,6	88
31.	Washington F..	13.22. 4	17. 3. 4,75	+ 0,93	+52.45.11,0	+ 5,2	87
31.	Prague W.....	13.31.35	17. 3. 4,65	+ 0,07	+52.44.52,6	— 8,9	76
31.	Washington S...	13.51. 6	17. 3. 5,17	— 0,97	+52.44.48,7	— 3,8	76
31.	Glasgow.....	14.14.47	17. 3. 8,00	— 0,04	+52.44.38,4	— 3,1	76
31.	Prague G.....	14.28.17	17. 3. 6,12	— 3,00	+52.45. 3,0	+27,7	76
			1883. Novembre.				
1.	Dresde.....	6.50.19	17. 4.28,90	+ 0,17	+52.37. 3,8	0,0	83
1.	Padoue.....	9.29.37	17. 4.42,57	+ 0,79	+52.35.52,7	+ 2,0	86
1.	Padoue.....	9.29.37	17. 4.42,68	+ 0,90	+52.35.53,0	+ 2,3	89
1.	Upsal.....	11.34.46	17. 4.52,48	+ 0,41	+52.34.55,6	+ 2,4	86
1.	Washington S...	14.15. 2	17. 5. 5,24	— 0,04	+52.33.43,3	+ 3,7	83
1.	Washington S...	14.15. 2	17. 5. 5,70	+ 0,42	+52.33.41,5	+ 1,9	86
1.	Princeton.....	14.21.33			+52.33.37,9	+ 1,3	86
1.	Princeton.....	14.23. 6	17. 5. 6,01	+ 0,07			86

Digitized by Google

Dates.	Lieux d'observ.	T. m. de Berlin.	⊼ géoc.	d⊼.	☾ géoc.	d☾	Étoile.
			1883. Novembre.				
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
1.	Glasgow.....	14.32.47	17. 5. 6,43	— 0,32	+52.33.33,3	+ 1,8	83
1.	Glasgow.....	14.32.47	17. 5. 6,85	+ 0,11	+52.33.32,3	+ 0,7	89
2.	Vienne.....	6.45.13	17. 6.27,79	— 0,02	+52.26. 5,4	— 0,7	86
2.	Nice.....	8.22. 7	17. 6.35,82	— 0,16	+52.25.23,1	+ 1,3	83
2.	Padoue.....	8.32.53	17. 6.37,02	+ 0,15	+52.25.15,5	— 1,4	86
2.	Padoue.....	8.32.53	17. 6.36,92	+ 0,04	+52.25.15,8	— 1,1	89
3.	Dresde.....	6.54.30	17. 8.31,72	+ 0,21	+52.15. 7,9	+ 3,4	91
3.	Glasgow.....	14. 6.42	17. 9. 8,93	— 0,15	+52.11.42,2	— 5,4	84
3.	Washington	14.25.15	17. 9.10,43	— 0,27	+52.11.32,7	— 6,5	91
4.	Alger.....	8.59.46	17.10.49,22	+ 0,20	+52. 3. 7,7	— 4,7	90
4.	Washington S...	13.12.58	17.11.12,00	+ 0,35	+52. 1.22,5	+ 5,1	92
5.	Leipzig..... ..	6.13.23	17.12.44,16	+ 0,21	+51.53.37,0	+ 2,6	92
5.	Leipzig.....	6.46.33	17.12.46,91	— 0,08			92
5.	Washington F ..	13.14. 8	17.13.23,35	+ 0,81	+51.50.34,0	+10,2	94
5.	Princeton.....	13.56.45			+51.50. 3,7	— 0,8	92
5.	Princeton.....	14.20.42	17.13.28,94	+ 0,27			92
6.	Alger.....	10. 1.35	17.15.18,80	+ 0,07	+51.40.57,4	— 1,5	94
6.	Glasgow.....	14. 1.40	17.15.41,56	+ 0,15	+51.39. 4,5	— 5,8	96
7.	Paris.....	12.14.49	17.17.49,23	+ 0,04	+51.29. 7,3	+ 0,1	95
7.	Glasgow.....	14.10.30	17.18. 0,64	+ 0,22	+51.28.13,9	— 1,1	99
9.	Dresde.....	7.15. 3	17.22. 5,97	+ 0,34	+51. 9.40,0	— 0,2	93
9.	Paris.....	11.22.36	17.22.30,90	+ 0,03	+51. 7.51,0	+ 3,0	98
9.	Paris.....	12.14.58	17.22.36,34	+ 0,10	+51. 7.27,4	+ 3,1	98
9.	Washington S...	13.20.31	17.22.43,46	+ 0,51	+51. 6.54,5	— 0,1	100
9.	Washington S...	13.20.31	17.22.42,71	— 0,24	+51. 6.45,9	— 8,7	103
9.	Kœnigsberg.....	15.51.10	17.22.58,28	— 0,13	+51. 5.46,0	— 0,4	97
10.	Vienne.....	7.11.21	17.24.33,66	— 0,10	+50.58.49,1	0,0	100
10.	Kœnigsberg.....	7.35.11	17.24.36,92	+ 0,68	+50.58.36,1	— 2,2	100
10.	Greenwich.....	7.45.35	17.24.52,08	+14,76	+50.58.55,9	+22,4	97
10.	Greenwich.....	7.54.35	17.24.38,06	— 0,19	+50.58.22,0	— 7,4	100
10.	Paris B.....	8.38.30	17.24.42,97	+ 0,11	+50.58. 8,0	— 1,5	101
10.	Paris H.....	9.10.11	17.24.46,09	— 0,09	+50.57.55,3	+ 0,1	97
10.	Washington.....	13.29.34	17.25.13,68	+ 0,27	+50.55.52,9	— 4,4	100
10.	Glasgow.....	14.38.52	17.25.20,96	+ 0,26	+50.55.26,7	+ 0,9	100
11.	Glasgow.....	14. 2. 0	17.27.50,41	— 0,01	+50.44.48,4	+ 1,2	104
12.	Palerme.....	8.48.46	17.29.53,91	+ 0,43	+50.35.45,7	—26,8	104
12.	Strasbourg.....	9. 6. 2	17.29.55,66	+ 0,27	+50.36. 4,5	0,0	106
12.	Nice.....	9.29.20	17.29.57,73	— 0,23	+50.35.52,1	— 1,7	107
12.	Washington F...	13.12.36	17.30.21,70	— 0,96	+50.34.17,1	+ 5,6	105
12.	Washington F...	13.24.32	17.30.23,50	— 0,49	+50.34. 1,4	— 4,6	107
12.	Washington S...	13.50.26	17.30.27,05	+ 0,19	+50.33.50,9	— 3,2	102
12.	Glasgow.....	14.40.58	17.30.32,78	+ 0,30	+50.33.35,1	+ 4,1	108

Digitized by Google

Dates.	Lieux d'observ.	T. m de Berlin.	☊ géoc.	d☊	☋ géoc	d☋	Étoile.
			1883. Novembre.				
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
12.	Glasgow.....	14.40.58	17.30.32,77	+ 0,30	+50.33.28,8	— 2,1	112
13.	Nice.....	8.15. 7	17.32.30,88	+ 0,22	+50.25.25,5	— 1,0	105
14.	Nice.....	7.51. 1	17.35.12,86	— 0,18	+50.14.32,4	+ 0,6	114
14.	Washington S...	11.53.15	17.35.42,13	+ 0,89	+50.12.42,7	+ 3,4	111
14.	Washington S...	13. 9.21	17.35.50,95	+ 0,82	+50.12. 8,3	+ 4,4	114
14.	Washington S...	13. 9.21	17.35.50,93	+ 0,80	+50.12.11,9	+ 8,0	116
14.	Glasgow.....	14. 9.21	17.35.56,93	— 0,21	+50.11.42,4	+ 6,5	117
15.	Alger.....	7. 8.42	17.37.58,68	+ 1,19	+50. 3.42,5	+ 2,5	109
15.	Paris B.....	9.11.30	17.38.12,13	— 0,01	+50. 2.42,8	+ 0,3	111
15.	Paris H.....	10.25.58	17.38.20,79	— 0,25	+50. 2. 2,1	— 5,4	110
15.	Washington S...	11.51.21	17.38.31,24	— 0,02	+50. 1.23,6	— 3,9	114
15.	Washington S...	11.51.21	17.38.31,22	— 0,04	+50. 1.23,5	— 4,0	116
15.	Washington F...	13.25.43	17.38.41,71	— 0,86	+50. 0.42,0	— 1,1	111
15.	Washington F...	13.43. 6	17.38.44,96	+ 0,30	+50. 0.36,8	+ 1,8	113
15.	Glasgow.....	14.12.53	17.38.48,31	+ 0,07	+50. 0.20,3	— 0,8	109
15.	Glasgow.....	14.12.53	17.38.47,83	— 0,41	+50. 0.19,8	— 1,2	113
16.	Rome.....	6.49.53	17.40.48,19	— 0,89	+49.52.40,9	+10,1	113
16.	Alger.....	6.54.14	17.40.49,07	— 0,53	+49.52.27,9	— 0,8	113
16.	Leipzig.....	7. 8.16	17.40.51,31	— 0,01	+49.52.25,6	+ 3,6	113
16.	Strasbourg.....	7.14.33	17.40.52,11	+ 0,02	+49.52.20,4	+ 1,3	113
16.	Strasbourg.....	7.46.46	17.40.56,01	— 0,03	+49.52. 5,5	+ 1,7	115
16.	Washington F...	12.27.59	17.41.29,03	— 1,52	+49.49.46,9	— 3,6	113
16.	Washington S...	12.38.10	17.41.31,89	+ 0,08	+49.49.48,5	+ 2,9	119
16.	Glasgow.....	13.54.22	17.41.41,51	+ 0,31	+49.49. 9,4	0,0	110
17.	Tachkent.....	4.34.21	17.43.30,56	+ 0,01	+49.42. 6,0	— 3,7	118
17.	Greenwich.....	8. 0.35	17.43.54,28	— 2,15	+49.40.32,9	+ 2,2	118
17.	Washington S...	12.35.32	17.44.31,24	+ 0,15	+49.38.11,9	— 6,7	119
18.	Strasbourg.....	7.59.24	17.46.59,28	— 0,48	+49.28.57,0	+ 1,7	120
18.	Washington.....	13.34. 5	17.47.43,36	+ 0,27	+49.26.16,7	+ 4,7	121
19.	Greenwich.....	7.51.35	17.50. 8,06	+ 0,96	+49.16.53,1	—19,1	121
19.	Greenwich.....	10. 3.35	17.50.24,03	— 0,58	+49.16.12,2	+ 5,4	121
19.	Greenwich.....	10. 9.35	17.50.23,51	— 1,90	+49.16. 9,1	+ 5,3	123
19.	Dresde.....	10.17.42	17.50.25,67	— 0,83	+49.16. 1,5	+ 1,7	121
19.	Washington S...	11.53.42	17.50.39,53	+ 0,27	+49.15.10,6	— 1,6	121
19.	Washington S...	12.11.40	17.50.41,77	+ 0,11	+49.15. 3,9	+ 0,6	123
19.	Prague W.....	12.56.57	17.50.48,73	+ 1,04	+49.14.30,6	—10,2	121
20.	Paris H.....	9.44.11	17.53.36,19	+ 0,34	+49. 4.14,3	— 2,0	124
21.	Kalocsa.....	7.34.55	17.56.34,64	— 2,15	+48.53.13,9	+ 5,2	124
21.	Kalocsa.....	7.34.55	17.56.34,65	— 2,14	+48.53.10,6	+ 2,0	125
21.	Alger.....	9. 9.19	17.56.50,66	+ 0,67	+48.52.17,4	— 2,7	125
21.	Milan.....	11.20.36	17.57. 8,42	+ 0,03	+48.51.10,1	— 2,3	130
22.	Kalocsa.....	7.30. 5	18. 0. 1,28	+ 1,31	+48.40.34,8	— 7,7	126

Digitized by Google

Dates.	Lieux d'observ.	T. m. de Berlin.	Æ géoc.	dÆ.	⊕ géoc.	d⊕.	Étoile.
			1883. Novembre.				
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
22.	Paris P.....	7.39.21	18. 0. 0,46	— 0,84	+48.40.43,9	+ 6,2	126
22.	Alger.....	9.19.25	18. 0.16,16	+ 0,49	+48.39.45,0	0,0	128
23.	Plonsk.....	6. 7.10	18. 3.17,64	+ 0,55	+48.28.38,2	— 2,7	126
23.	Hambourg.....	6.43.52	18. 3.22,56	+ 0,06	+48.28.20,6	— 0,5	126
23.	Vienne.....	6.50.23	18. 3.23,55	+ 0,10	+48.28. 8,5	— 9,1	131
23.	Paris B.....	7.13.29	18. 3.27,00	+ 0,15	+48.28. 4,8	— 0,5	126
23.	Hambourg.....	7.28. 4	18. 3.29,15	+ 0,16	+48.27.55,8	— 1,6	126
23.	Paris P.....	7.32.14	18. 3.29,32	— 0,29	+48.27.54,5	— 0,6	126
23.	Kalocsa.....	8. 2.29	18. 3.33,97	— 0,10	+48.27.45,9	+ 7,1	129
23.	Kalocsa.....	8. 2.29	18. 3.34,32	+ 0,25	+48.27.44,2	+ 5,4	127
23.	Paris H.....	9.21.49	18. 3.46,07	+ 0,30	+48.26.55,6	— 0,4	126
23.	Alger.....	9.27.20	18. 3.46,93	+ 0,35	+48.26.51,0	— 2,0	131
23.	Alger.....	10. 8.42	18. 3.53,04	+ 0,35	+48.26.28,5	— 2,2	131
23.	Glasgow.....	15.11.31	18. 4.37,44	— 0,11	+48.23.45,2	— 1,4	133
24.	Lyon.....	6.29. 0	18. 6.54,91	— 0,11	+48.15.23,2	— 0,7	135
24.	Dresde.....	6.32.20	18. 6.55,44	— 0,08	+48.15.20,8	— 1,3	135
24.	Vienne.....	7. 0.47	18. 6.59,45	— 0,38	+48.15. 1,5	— 4,9	135

(*A suivre.*)

OBSERVATIONS DE LA PLANÈTE (236) HONORIA (1),

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS (ÉQUATORIAL DE $0^m,305$, TOUR DE L'OUEST);

PAR M. G. BIGOURDAN.

Dates. 1884.		Étoiles de comp.	Grandeurs.	Æ Planète — ★	⊕ Planète — ★
				m s	′ ″
Avril 28.....	*a*	24295 Lalande	7	+1.26,81	—8.22,5
29.....	*a*	Id.	7	+0.46,26	—2.42,7
30.....	*a*	Id.	7	+0. 8,41	+2.30,3
Mai 20.....	*b*	Anonyme	10,5	+0.11,67	+2.38,5
21	*b*	Id.	10,5	—0. 3,08	+4.56,9
22.....	*b*	Id.	10,5	—0.17,14	+7. 8,8
23.....	*c*	798 Weisse, 12^h	9	+0. 5,08	—6.20,0
23.....	*c*	Id.	9	+0. 4,92	»

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1884.		Æ moy. 1884,0.	Réd. au j.	⊕ moy. 1884,0.	Réd. au j.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Avr. 28...	*a*	12.57.55,70	+2,54	— 3. 2.18,3	—13,2	4 obs. Paris.
29...	*a*	»	+2,54	»	—13,1	Id.
30...	*a*	»	+2,53	»	—13,1	Id.

(1) Découverte par M. J. Palisa, à Vienne, le 26 avril 1884.

Digitized by Google

Dates. 1884.			Æ moy. 1884,0.	Réd. au j.	⑮ moy. 1884,0.	Réd. au j.	Autorités.
			h m s	s	° ′ ″	″	
Mai	20...	b	12.49. 4,44	+2,40	— 1.46.51,2	—12,3	(1)
	21...	b	»	+2,39	»	—12,2	Id.
	22...	b	»	+2,38	»	—12,1	Id.
	23...	c	12.48.29,52	+2,37	— 1.31.18,1	—12,0	Weisse$_1$.

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1884.		T. m. de Paris.	Æ appar.	Log. f. p.	⑮ appar.	Log. f. p.	N. de comp.
		h m s	h m s		° ′ ″		
Avr.	28...	9.58.29	12.59.25,05	$\bar{2}$,573$_n$	— 3.10.54,0	0,842	21:14
	29...	11.54.8	12.58.44,50	$\bar{1}$,167	— 3. 5.14,1	0,840	9:6
	30...	12.33.55	12.58. 6,64	$\bar{1}$,330	— 3. 0. 1,1	0,838	14:18
Mai	20...	10.15.21	12.49.18,51	$\bar{1}$,134	— 1.44.25,0	0,832	20:18
	21...	9.36.33	12.49. 3,75	$\bar{2}$,900	— 1.42. 6,5	0,832	20:18
	22...	9.47.35	12.48.49,68	$\bar{1}$,224	— 1.39.54,5	0,832	16:18
	23...	9.34 54	12.48.36,97	$\bar{1}$,159	— 1.37.50,1	0,832	16:18
	23...	9.59.45	12.48.36,81	$\bar{1}$,328	»	»	21:0

Remarque. — Le 20 mai la planète (236) était de 12,7 grandeur.

OBSERVATIONS DE PLANÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE D'ALGER (TÉLESCOPE DE 0^m,50);

PAR M. CH. TRÉPIED.

Dates.	T. m. d'Alger.	ΔÆ.	ΔⓅ.	N. de comp.	Æ app.	log pΔ.	ⓅⓅ app.	log p'Δ.	★
(79) Eurynome.									
Avril 1884.									
1...	h m s 12.14.36	m s +4.40,14	′ ″ — 2.25,8	16:16	h m s 10.45.35,08	$\bar{1}$,409	° ′ ″ +3.39.46,4	0,689	13
(107) Camilla.									
Avril.									
21...	10.59. 2	—1.40,45	— 6. 2,2	17:19	12. 1.50,88	$\bar{1}$,081	+2.58.52,7	0,701	14
23...	9.53.46	—2.25,63	+ 2.11,9	10:9	12. 1. 5,69	$\bar{3}$,587	+3. 7. 6,9	0,689	14′
24...	9.32.46	+0.59,16	—10.11,4	9:9	12. 0.43,98	$\bar{2}$,485	+3.10.55,7	0,688	15
25...	9.51.43	+0.38,81	— 6.18,7	2:2	12. 0.23,62	$\bar{2}$,246	+3.14.48,5	0,687	15′
(236) Honoria.									
Mai.									
1...	13.36.51	—0.28,49	+ 7.49,0	14:14	12.57.30,29	$\bar{1}$,547	—2.54.49,7	0,741	16
2...	12.34.16	+1. 4,12	— 8.19,8	23:20	12.56.56,25	$\bar{1}$,442	—2.50.10,4	0,745	17
3...	13.59.10	+0.27,47	— 3.15,7	15:11	12.56.19,60	$\bar{1}$,605	—2.45. 6,3	0,736	17′

---

(1) Rapportée à c, avec l'équatorial; j'ai obtenu, pour

$$b - c : +0^m 34^s,93, \quad -15' 32'',4$$

par 24 : 24 comparaisons.

Digitized by Google

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	Æ 1884,0.	Réd. au J.	⑦ 1884,0.	Réd. au J.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
13...	9	10.40.52,73	+2,21	+3.42.29,4	—17,2	695 Weisse₁ 10ʰ.
14...	9	12. 3.28,99	+2,34	+3. 5. 9,5	—14,6	9 Weisse₁ 12ʰ.
14'...	9	12. 3.28,99	+2,33	+3. 5. 9,5	—14,5	»
15...	9,5	11.59.42,51	+2,31	+3.21.21,7	—14,6	Bonn VI +3°,2596.
15'...	9,5	11.59.42,51	+2,30	+3.21.21,7	—14,5	»
16...	7	12.57.56,25	+2,53	—3. 2.25,7	—13,0	968 Weisse₁ 12ʰ.
17...	9,5	12.55.49,62	+2,51	—2.41.37,6	—13,0	3945 Lamont — 2°.

OBSERVATIONS

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS (ÉQUATORIAL DE 0ᵐ,38, TOUR DE L'EST);

PAR MM. PAUL ET PROSPER HENRY.

Aspect d'Uranus. — Inclinaison de son équateur.

Depuis les premiers jours de cette année, nous avons pu, chaque soir de très beau temps, constater sur Uranus l'existence de deux bandes grises, droites et parallèles, placées à peu près symétriquement de part et d'autre du centre de l'astre.

Entre ces bandes se trouve une zone assez brillante qui correspond vraisemblablement à la région équatoriale de la planète.

Les deux pôles sont assez sombres; cependant le pôle supérieur (image renversée) a paru toujours plus lumineux que le pôle inférieur.

Nous avons trouvé, à la suite d'un grand nombre de mesures, que la direction des bandes d'Uranus ne coïncidait pas avec la projection du grand axe de l'orbite apparente des satellites, mais formait avec lui un angle de 40°.

Ainsi, les angles de position observés sont : 56° pour les bandes et 16° pour la projection du grand axe aux mêmes époques.

En admettant, comme il est permis de le supposer, que l'équateur d'Uranus soit parallèle à ses bandes, et en tenant compte de la latitude de la Terre au-dessus de l'orbite du plan des satellites, qui, au moment des observations, était, en moyenne, de 9°, on trouve 41° environ pour l'angle compris entre le plan de l'équateur d'Uranus et celui des orbites des satellites.

Digitized by Google

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

BACKLUND (O.). — UNTERSUCHUNGEN UEBER DIE BEWEGUNG DES ENCKE'SCHEN COMETEN. (*Mémoires de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, 7e série, t. XXXII, n° 3. Saint-Pétersbourg, 1884. 50 p. in-4°.)

Depuis 1786, époque de sa première découverte, la comète d'Encke a été observée déjà vingt-trois fois. Ce fut l'apparition de 1819 qui, rapprochée de celles de 1805, de 1795 et de 1786, fit reconnaître la périodicité des retours, et c'est dès ce moment que la discussion des observations amena Encke à soupçonner une diminution progressive du temps de révolution de cet astre, qui, en nombre rond, est de 1210 jours. La réalité de cette accélération a été pleinement confirmée par les retours successifs; Encke l'a établie dans une série de Mémoires, où les apparitions observées de 1819 à 1848 sont soumises à une discussion approfondie. On sait que, pour expliquer l'anomalie dont cette comète offre le seul exemple encore connu, il invoque l'hypothèse d'un milieu résistant, dont l'effet possible est prévu dans les livres VII et X de la *Mécanique céleste*.

Encke suppose que la résistance est proportionnelle au carré de la vitesse de l'astre et à l'inverse du carré du rayon vecteur. Il s'ensuit qu'en dehors de l'accélération du moyen mouvement μ, qui augmente d'environ $0^s,10$ dans l'intervalle de deux retours (d'où chaque fois une avance de $0^j,111757$ ou de $2^h,68$), il doit se produire une variation correspondante de l'excentricité ($d\varphi = -3'',5$) qui est avec la première dans un rapport constant. L'introduction de ces corrections fait disparaître des écarts inadmissibles qui, autrement, subsisteraient entre la théorie et l'observation, même en tenant compte des perturbations de toutes les planètes. Aussi, dans son dernier Mémoire de 1861, Encke n'hésite-t-il pas à considérer l'accélération de la « comète de Pons » comme définitivement démontrée; cependant il n'insiste pas sur la cause physique invoquée pour l'expliquer (1), et il ne paraît attacher aucune importance à la diminution de l'excentricité, diminution qui représente à peine un cent-millième de la valeur de cet élément dans l'espace de trois ans.

On se rappelle qu'en 1861 les recherches de M. Axel Mœller sur la théorie de la comète de Faye avaient fait naître, un instant, l'espoir que cet astre offrirait aux astronomes un second exemple de l'énigmatique

(1) *Voir*, à ce sujet, les Notes de M. Faye dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, années 1858-1860.

Digitized by Google

accélération, espoir qui n'a pas été justifié. La comète d'Encke restait donc une exception, et l'intérêt qu'elle excitait s'en trouvait encore accru. Il s'agissait de compléter et de continuer les calculs d'Encke, en vue d'une vérification nouvelle, aussi bien que pour faciliter la recherche de la comète à chacun de ses retours. C'était un travail considérable; un jeune astronome dont la Science regrette la mort prématurée, M. E. d'Asten, l'entreprit résolûment vers 1873.

Encke n'avait calculé d'une manière complète que les dix retours observés de 1819 à 1848; pour les apparitions de 1852, de 1855 et de 1858, les perturbations avaient été évaluées d'une manière sommaire, avec une précision tout juste suffisante pour le calcul des éphémérides de recherche. Il y avait ensuite les retours de 1862, de 1865, de 1868, 1871 et celui qui était attendu pour 1875. Afin d'arriver plus vite aux éléments dont il avait besoin pour l'apparition attendue, d'Asten commença par discuter les trois retours observés de 1865 à 1871, et il se vit bientôt en présence de ce résultat tout à fait imprévu, que les trois retours étaient en contradiction formelle avec l'hypothèse d'une accélération, et ne pouvaient être mis d'accord qu'en y appliquant purement et simplement les formules ordinaires, fondées sur les lois de l'attraction newtonienne. L'étonnement qui avait accueilli l'annonce de ce résultat s'accrut lorsque, peu de temps après, d'Asten trouva que le retour de 1862, loin d'aggraver les doutes qui s'étaient élevés contre l'hypothèse d'Encke, paraissait au contraire la corroborer; il en fut de même pour les autres retours observés depuis 1818, et les observations de 1875 vinrent également donner raison à Encke. Il ne restait, pour expliquer l'anomalie bizarre qui semblait se manifester dans l'intervalle de 1865 à 1871, que l'hypothèse d'une perturbation momentanée, due à une cause inconnue, et assez forte pour neutraliser ou suspendre pendant quelque temps l'action du milieu résistant. D'après d'Asten, cette perturbation, occasionnée peut-être par l'une des petites planètes, avait dû se produire vers le 16 juin 1869 (1).

Sauf cette intermittence inexpliquée de l'accélération, les recherches de M. d'Asten tendaient à confirmer les vues d'Encke sur la nécessité d'introduire une force autre que la gravitation. Les seize retours observés de 1819 à 1868 étaient représentés d'une manière très satisfaisante par une accélération constante de $0^{s},1014$, à peine différente de celle que Encke avait conclue de la discussion des dix premiers retours (1819-1848). En outre, d'Asten avait introduit, dans ses équations de condition, la variation de l'excentricité $d\varphi$ comme inconnue indépendante à côté de

(1) E. von Asten, *Untersuchungen über die Theorie des Encke'schen Cometen* (*Mémoires de l'Académie de Saint-Pétersbourg*, 7e série, t. XVIII et XXVI).

Digitized by Google

$d\mu$, et les valeurs obtenues pour $d\mu$ (0″,1044) et pour $d\varphi$ (— 3″,68) se trouvaient exactement dans le rapport de 1 : 35, exigé par la théorie du milieu résistant.

Il faut dire ici de quelle manière d'Asten introduit les corrections empiriques $d\mu$, $d\varphi$. Encke ayant démontré que l'effet de la résistance hypothétique se concentre, en quelque sorte, sur l'intervalle de cinquante jours au milieu duquel tombe le périhélie, il y avait lieu, pour simplifier le calcul, d'appliquer les deux corrections, en bloc, autant de fois que l'intervalle en question se trouvait franchi. En conséquence, d'Asten ajoute toujours 0″,10 à la valeur de μ en passant d'une époque à la suivante, si les deux époques correspondent au même point de l'orbite; mais, en passant du 19 août 1865 au 14 juin 1868, il n'ajoute rien, car les deux périhélies tombent le 28 mai 1865 et le 15 septembre 1868, et les observations de 1868 s'arrêtent au 3 septembre.

Les positions obtenues depuis 1819 sont ainsi représentées d'une manière qui laisse peu à désirer; mais, en appliquant le même procédé aux retours de 1871 et de 1875, d'Asten trouve des écarts inadmissibles, qu'il ne peut faire disparaître qu'en diminuant M de 90″ et μ de 0″,1182 (ce qui annule l'accélération pour 1871); l'erreur de 90″ s'explique en supposant que la perturbation $\Delta\mu = -0'',1182$ s'est fait sentir à partir du 16 juin 1869 (759 jours avant l'époque adoptée pour 1871). La comète se trouvait alors dans la région des petites planètes; mais il était vraiment difficile de les rendre responsables d'une pareille perturbation.

Dans son premier travail, d'Asten avait essayé de fonder la théorie de la comète d'Encke sur le développement des perturbations absolues; il se vit obligé d'y renoncer à cause des difficultés et des incertitudes qui naissent de l'inégalité séculaire du moyen mouvement. Dans son Mémoire de 1878, il revient aux perturbations spéciales, qu'il évalue par la méthode de Hansen, tandis que Encke avait employé la variation des constantes. Chemin faisant, il obtient une détermination nouvelle de la masse de Mercure (1 : 7636440), de la masse de Jupiter (1 : 1049,30) et de la parallaxe du Soleil (9″,009); on aurait la même masse de Mercure en adoptant la parallaxe de 8″,848 et, pour Jupiter, le nombre de Bessel (1047,88).

Il était nécessaire d'entrer dans ces détails pour faire saisir la portée des beaux travaux de M. Backlund, qui répandent sur la question un jour tout nouveau. Disons tout de suite que l'anomalie bizarre que d'Asten avait rencontrée entre les deux apparitions de 1868 et de 1871 se trouve enfin expliquée : M. Backlund nous apprend qu'elle provient tout simplement d'une incorrection des formules de Powalky, dont d'Asten s'est servi pour le calcul des perturbations de Jupiter. L'erreur étant corrigée, on trouve pour $d\mu$ une valeur comprise entre 0″,10 et 0″,06. Les calculs de M. Backlund, qui embrassent les retours de 1871, 1875,

Digitized by Google

1878 et 1881, révèlent en effet une diminution progressive de l'accélération $d\mu$; pour la période de 1871 à 1881, la correction tombe à $0'',054$.

Dans un premier Mémoire, publié en 1880, M. Backlund avait repris le calcul des perturbations absolues, par une méthode fondée, comme celle de d'Asten, sur les principes de M. Gyldén, mais beaucoup plus simple et plus expéditive. Le Mémoire que nous avons sous les yeux renferme la discussion des retours observés de 1871 à 1881, dont le dernier offre cette particularité, que la comète s'est trouvée exposée à de très fortes perturbations de la part de Jupiter (comme en 1820).

Les positions de 1878 sont déduites des observations de Cordoba (août 7 à septembre 6); pour 1881, on avait celles de Genève, de Paris, de Poulkova, de Rome et de Strasbourg (août 25 à novembre 11). Pour 1871 et 1875, M. Backlund adopte les positions normales employées par d'Asten. Mais les corrections $d\mu$, $d\varphi$ (ou μ', φ') ne sont pas appliquées une fois pour toutes, après chaque passage, comme chez d'Asten. M. Backlund suppose d'abord que les éléments μ, φ varient proportionnellement au temps, en faisant $\mu = \mu_0 + \mu'\tau$, $\varphi = \varphi_0 + \varphi'\tau$, où τ est le nombre de jours compté à partir de l'époque et divisé par 1200. Ensuite M. Backlund tient encore compte d'un terme périodique que la résistance du milieu fait naître dans l'expression du moyen mouvement, de sorte que celle de l'anomalie moyenne devient

$$M = M_0 + \mu_0 t + 600\,\mu'\tau^2 + a_2 \cos 2u + \ldots,$$

en désignant par u une fonction de l'anomalie vraie v, définie par la relation

$$\frac{1}{2} v = \operatorname{am} \frac{2K}{\pi} u, \quad \left(\operatorname{mod.} k = \frac{2\sqrt{e}}{1+e}\right),$$

la résistance étant toujours supposée proportionnelle au carré de la vitesse. Avec $\mu' = 0'',10442$, on aurait $a_2 = -8'',15$. Le terme qui dépend de $2u$ peut produire un effet sensible, mais les autres termes périodiques sont toujours négligeables, comme aussi les termes périodiques de φ.

Pour les éléments provisoires fondés sur les quatre retours 1871-1881, M. Backlund prend $\mu' = 0'',051736$, $\varphi' = -1'',8$, $a_2 = -4'',04$. Les perturbations ont été calculées avec les masses planétaires déterminées par d'Asten, bien que ses déterminations soulèvent plus d'une objection. Pendant les 2440 jours qui séparent les époques de 1874 et de 1881, les perturbations, dues surtout au voisinage de Jupiter, deviennent très sensibles; M. Backlund trouve :

	ΔM.	$\Delta\mu$.	$\Delta\varphi$.	$\Delta\Omega$.	$\Delta\varpi$.	Δi.
	° ′ ″	″	′ ″	′ ″	′ ″	′ ″
Planètes ..	—1.48.20,26	—7,38365	—25.47,05	—7.37,20	+7.22,09	—14.14,63
Résistance.	+ 2. 8,34	+0,10519	— 3,60	...	...	...

Digitized by Google

Les éléments troublés sont ensuite comparés aux positions normales, et la résolution des équations de condition fournit deux systèmes définitifs, en somme assez peu différents, suivant qu'on tient compte ou non du terme périodique qui dépend de $\cos 2u$. En omettant ce terme, on a $\mu' = 0,04598$, et l'erreur probable d'une position normale est $\pm 5'',005$; en l'ajoutant, on trouve

$$\mu' = 0'',04575, \quad a_2 = -3'',54, \quad \varphi' = -1'',61,$$

et l'erreur probable descend à $4'',161$. L'accord est donc un peu meilleur lorsqu'on tient compte du terme périodique; et il devient tout à fait remarquable si, au lieu de la masse de Jupiter trouvée par d'Asten, on emploie le nombre qui résulte des recherches de Bessel et de Schur (1047, 568). Dans ce cas,

$$\mu' = 0'',05400, \quad a_2 = -4'',20, \quad \varphi' = -1'',90,$$

et l'erreur probable tombe à $2'',777$. Les sommes des carrés des écarts sont, pour les trois systèmes d'éléments,

1487, 1028, 458.

Le résultat capital des recherches de M. Backlund, c'est la diminution progressive de l'accélération μ'. Cette diminution a pu commencer à se produire en 1868, car nous savons déjà que le retour de 1868, observé avant le passage du périhélie, ne fournit pas d'indications décisives sur la valeur de μ' qui répond à l'époque du passage. Quant à l'irrégularité que d'Asten avait signalée dans la période 1865-1871, nous avons déjà dit que, d'après M. Backlund, elle aurait sa source dans une valeur inexacte des perturbations produites par Jupiter dans l'intervalle de 1865 à 1871 (erreur de $18''$ dans ΔM, de $0'',06$ dans $\Delta\mu$). M. Backlund se propose d'ailleurs de reprendre le calcul complet des perturbations pour cette période. En attendant, on voit déjà qu'il faut attribuer à μ' une valeur intermédiaire entre $0'',10$ et $0'',06$. On aurait, d'après cela, les valeurs suivantes de μ' :

De 1819 à 1865	0,1044
De 1865 à 1871	0,06 à 0,10
De 1871 à 1881	0,0540

Quant à la cause physique du phénomène, elle devient encore plus énigmatique depuis que M. Backlund a démontré que l'accélération μ' va en diminuant. Les observations n'ont révélé aucun changement dans l'aspect de la comète, qui puisse nous mettre sur la voie d'une explication.

Le Mémoire de M. Backlund se termine par des considérations théoriques sur le mode d'action du milieu résistant. La résistance étant sup-

Digitized by Google

posée proportionnelle à une puissance positive de la vitesse et à une puissance négative du rayon vecteur, de sorte qu'elle s'exprime par $\frac{V^m}{r^n}$, on obtient, pour les variations des éléments μ, φ, des expressions propres au calcul numérique en partant de la relation

$$V = \text{const.} \times \Delta \operatorname{am} \frac{2K}{\pi} u,$$

l'angle u étant défini comme plus haut. Pour l'hypothèse spéciale d'Encke ($m = 2$, $n = 2$), on a d'abord, avec l'ancienne valeur de μ,

$$\begin{aligned}
\delta\mu &= +0'',10442\, u + 0'',02987 \sin 2u + 0,01100 \sin 4u + \ldots,\\
\delta\varphi &= -3'',6793\, u - 1'',076 \sin 2u - 0'',410 \sin 4u - \ldots,\\
\delta\varpi &= +0'',230 \cos 2u + 0'',151 \cos 4u + \ldots,\\
\delta M &= +63'',00257 \left(\frac{M}{2\pi}\right)^2 - 8'',15 \cos 2u + 0'',85 \cos 4u - \ldots.
\end{aligned}$$

En attribuant d'autres valeurs aux exposants m, n, on constate encore que le rapport des deux variations $\delta\mu$, $\delta\varphi$ reste toujours à peu près le même, pourvu qu'on ait $m + n > 2$. En effet, M. Backlund trouve (avec $\delta\mu = 0,1044$, en se bornant au premier terme des formules) :

$m = 2$	$n =$	2	3	4	...	∞
	$\delta\varphi =$	−3,68	−3,74	−3,79	...	−3,86
$m = 1$	$n =$	1	2	3	...	∞
	$\delta\varphi =$	−3,12	−3,67	−3,73	...	−3,86
$m = 0$	$n =$	2	3	...	...	∞
	$\delta\varphi =$	−2,87	−3,59	...	...	−3,86

Il y a dès lors avantage à remplacer l'hypothèse d'Encke par une autre ($m = 1$, $n = 2$) qui, tout en reproduisant la valeur observée de $\delta\varphi$, conduit à des développements plus convergents, si l'argument u a été convenablement choisi. Le procédé trop sommaire de d'Asten, qui consiste à appliquer la correction μ' d'une manière discontinue, donne pour le moyen mouvement μ_0 une valeur un peu différente de celle qui résulte de l'emploi des formules rigoureuses.

La comète d'Encke, on le voit, n'a pas cessé d'offrir aux astronomes des sujets de recherches dignes d'exercer leur sagacité. Espérons que M. Backlund ne tardera pas à faire connaître les résultats du travail considérable qui lui reste à accomplir; un Mémoire que M. Th. Wittram vient de publier dans le Recueil de l'Académie de Saint-Pétersbourg nous prouve qu'il a trouvé, pour ce travail, d'habiles collaborateurs.

R. Radau.

Digitized by Google

WITTRAM (THEODOR). — ALLGEMEINE JUPITERSTÖRUNGEN DES ENCKE'SCHEN COMETEN (*Mémoires de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, 7e série, t. XXXI, n° 15.)

Il est important, surtout pour une comète d'aussi courte période que la comète d'Encke, d'avoir les expressions générales des perturbations planétaires; elles facilitent en effet l'étude de quelques particularités du mouvement de la comète et rendent superflu le calcul répété et pénible des perturbations spéciales.

On sait que Hansen avait proposé la partition de l'orbite cométaire, comme un moyen propre à faciliter les développements par rapport à la variable fonction des coordonnées de la comète; mais les séries n'étaient pas toujours suffisamment convergentes, relativement à l'autre variable, l'anomalie moyenne de la planète perturbatrice. M. Gyldén a surmonté cet obstacle par l'introduction des fonctions elliptiques; il a donné plusieurs méthodes pour le développement de la fonction perturbatrice, et des Tables qui en facilitent l'application numérique. Profitant de l'une de ces méthodes, d'Asten entreprit le calcul des perturbations produites par Jupiter sur la comète d'Encke; à cette fin, il partagea l'orbite de la comète en six parties, dont quatre seulement présentent des difficultés notables; les points de séparation ont été choisis de manière que la convergence, par rapport à l'anomalie partielle de la comète, soit sensiblement la même dans toutes les parties. Pour l'une de ces parties, d'Asten a exécuté lui-même les calculs; M. Backlund l'a fait pour une autre. Le présent Mémoire de M. Wittram contient les calculs relatifs à une troisième partie (de 152°21′7″,62 à 170° d'anomalie vraie), avec une exposition de la méthode suivie.

Après avoir rappelé quelques formules fondamentales, l'auteur développe en séries les coordonnées de la comète et celles de Jupiter; il procède ensuite au développement de la fonction perturbatrice; pour ce qui concerne l'anomalie partielle de la comète, il part des travaux de d'Asten et a recours aux quadratures mécaniques. Relativement à l'anomalie moyenne de Jupiter, M. Wittram emploie une méthode proposée par M. Backlund (1), laquelle est fondée sur une transformation indiquée par M. Gyldén; les séries spéciales pour le carré de la distance sont de la forme

$$(1 + x\cos\xi + y\sin\xi)\Delta^2 = T_1 + T_2,$$

$$T_1 = \mathfrak{M}_0 + \mathfrak{M}_1\cos\xi + \mathfrak{N}_1\sin\xi,$$

$$T_2 = \mathfrak{M}_3\cos 3\xi + \mathfrak{N}_3\sin 3\xi + \mathfrak{M}_4\cos 4\xi + \mathfrak{N}_4\sin 4\xi + \ldots,$$

(1) *Zur Theorie des Encke'schen Cometen* (*Mémoires de l'Académie de Saint-Pétersbourg*, t. XXVIII, n° 6.)

Digitized by Google

où ξ désigne l'anomalie moyenne de Jupiter au moment du passage de la comète par son périhélie, augmentée d'une quantité constante; grâce au facteur $1 + x\cos\xi + y\sin\xi$, T_2 n'est que du second ordre, par rapport à l'excentricité de Jupiter. La quantité Δ^{-3}, qui figure dans les dérivées des éléments, s'obtient par la formule

$$\Delta^{-3} = (1 + x\cos\xi + y\sin\xi)^{\frac{3}{2}}\left(T_1^{-\frac{3}{2}} - \frac{3}{2}T_1^{-\frac{5}{2}}T_2 + \frac{15}{8}T_1^{-\frac{7}{2}}T_2^2\right).$$

En introduisant, avec M. Gyldén, une amplitude elliptique, et ayant recours à la transformation de Landen, M. Wittram obtient les formules suivantes :

$$\xi = 2\,\mathrm{am}\frac{2K}{\pi}\,\frac{1}{2}\chi(\mathrm{mod}\,k);$$

$$\psi = \mathrm{am}\frac{2K_1}{\pi}\left(\frac{\pi}{2} - \chi\right)(\mathrm{mod}\,k_1),$$

où k_1 est le module transformé

$$\cos\xi = \frac{\sin\psi - k_1}{1 - k_1\sin\psi}, \quad \sin\xi = \frac{\sqrt{1 - k_1^2}\cos\psi}{1 - k_1\sin\psi}.$$

Posant enfin

$$\frac{\sqrt{1 - k_1^2}\,\mathfrak{M}_1}{\mathfrak{M}_0 - k_1\mathfrak{M}_1} = -\Phi_1\sin A_1,$$

$$\frac{\mathfrak{M}_1 - k_1\mathfrak{M}_0}{\mathfrak{M}_0 - k_1\mathfrak{M}_1} = +\Phi_1\cos A_1,$$

il trouve

$$T_1 = \frac{\mathfrak{M}_0 - k_1\mathfrak{M}_1}{1 - k_1\sin\psi}\left[1 - \Phi_1\cos\left(\psi + \frac{\pi}{2} - A_1\right)\right].$$

Il obtient les puissances $T_1^{-\frac{n}{2}}$ sous la forme

$$T_1^{-\frac{n}{2}} = (1 - k_1\sin\psi)^{\frac{n}{2}}S_n,$$

où les S_n sont des séries trigonométriques, ordonnées suivant les multiples de ψ.

En représentant le trinôme $1 + x\cos\xi + y\sin\xi$ par R, on arrive à

$$\frac{\Delta^{-3}}{\sqrt{1 - k_1\sin\psi}} = (1 - k_1\sin\psi)R^{\frac{3}{2}}\left\{S_3 - \tfrac{3}{2}(1 - k_1\sin\psi)T_2[S_5 - \tfrac{5}{2}(1 - k_1\sin\psi)T_2S_7]\right\}:$$

c'est là l'expression proposée par M. Backlund.

M. Wittram fait ensuite disparaître le radical $\sqrt{1 - k_1\sin\psi}$, et il introduit l'argument définitif χ; il arrive finalement aux expressions des quantités désignées par $n\,\delta z$, w, et $r\,\delta s$, dans les méthodes de Hansén. Dans un dernier paragraphe, il donne les séries exprimant les perturba-

Digitized by Google

tions totales de la comète, dans la région considérée; une comparaison avec les perturbations spéciales, calculées directement, montre que tous les calculs sont parfaitement exacts.

L'intégration introduit des constantes arbitraires qu'on ne pourra déterminer que quand on aura fait des calculs semblables pour les six portions de l'orbite.

Voici où en est actuellement la détermination des perturbations absolues de la comète d'Encke, produites par Jupiter : les calculs sont publiés pour trois des six parties de l'orbite; M. Backlund a achevé ce qui concerne la quatrième portion et la cinquième; enfin, M. Wittram a entrepris la dernière, et il espère la terminer d'ici à quelques mois.

On voit que ce travail considérable aura été mené à bien par l'observatoire de Poulkova, représenté par MM. d'Asten, Backlund et Wittram.

CATALOGUE OF 6415 STARS, for the epoch 1870, deduced from observations made at the Glasgow University Observatory during the years 1860 to 1881; by ROBERT GRANT, professeur of Astronomy and director of the Observatory in the University of Glasgow. Glasgow, in-4° LXVI, 793 pages.

Après un court historique, M. Grant indique dans la Préface les instruments de l'Observatoire. On remarque : 1° un cercle méridien d'Ertel, dont la lunette a une ouverture libre de 6 pouces français; il a été acquis en 1841 et employé à partir de 1860 aux observations des planètes et d'étoiles choisies dans le *British Association Catalogue;* 2° un équatorial de 9 pouces, de Cooke d'York, dû à la libéralité d'un groupe d'amateurs. En 1866, il parut convenable d'agrandir le champ des observations méridiennes, et d'ajouter aux étoiles du B.A.C. environ 6000 étoiles du premier volume de Weisse.

L'instrument méridien est réversible, il est muni de deux cercles dont l'un sert au calage, et l'autre donne les distances zénithales. Il n'y a pas d'ailleurs de dispositions spéciales à noter, sauf l'addition aux sept fils du micromètre de larges fils métalliques pour les observations des petites planètes, suivant l'idée du professeur Challis. En ce qui concerne les ascensions droites, l'azimut est obtenu, comme à l'ordinaire, par la combinaison d'une polaire et d'une étoile horaire, mais l'inclinaison et la collimation sont déduites de l'observation du nadir et du nivellement, bien que deux collimateurs soient joints à l'instrument. La correction de la pendule est déterminée au moyen des étoiles équatoriales du *Nautical Almanac,* de sorte que les ascensions droites du Catalogue de Glasgow dépendent essentiellement de l'équinoxe du catalogue de Green-

Digitized by Google

wich pour 1860. Dans le cas des distances polaires, les erreurs de division du cercle ont été étudiées de 5° en 5°, et interpolées ensuite pour les autres divisions; la lecture au nadir a été déterminée chaque fois au moyen d'un oculaire de Bohnenberger. La flexion du tube de la lunette a donné lieu à des difficultés : de 1860 à 1864, les positions obtenues s'accordaient bien avec celles de Greenwich; à la suite de modifications et d'un changement du micromètre, il apparut des différences systématiques dépendant des distances zénithales et que M. Grant explique par un changement dans la flexion. On a pris le parti de corriger les distances polaires du Catalogue général au moyen des distances polaires des étoiles observées de 1860 à 1864.

En parlant du Catalogue général, M. Grant remarque qu'il n'entrait pas dans le plan du travail de faire des estimations spéciales des grandeurs, ni d'identifier toutes les étoiles du Catalogue avec celles de Lalande et de Bessel; du moins on n'a rien épargné pour assurer la bonne exécution du travail et l'exactitude des calculs, et M. Grant rend hommage au dévouement de ses assistants, dont plusieurs sont morts avant l'achèvement du Catalogue.

La section suivante (p. XXIX-LXVI) est consacrée aux mouvements propres déduits de la comparaison des catalogues de Lalande, de Weisse et de Glasgow, et les résultats obtenus sont les premiers fruits du long travail de l'Observatoire de Glasgow. On remarque que les étoiles de Lalande 17050 et 17053 ont un mouvement propre commun et par suite une connexion physique; il en est de même des étoiles 257 et 259 Weisse H. XIII. Les recherches des mouvements propres ne tarderont pas, ainsi que le remarque à la fin M. Grant, à profiter de documents considérables, le nouveau Catalogue de l'Observatoire de Paris et le grand Catalogue poursuivi sous les auspices de l'*Astronomische Gesellschaft*. Pour l'hémisphère austral, on possède les grands travaux de M. Stone et de M. Gould.

Le reste du volume contient les positions moyennes annuelles des étoiles, puis le Catalogue proprement dit.

MEYER (W.). — NOUVELLES RECHERCHES SUR LE SYSTÈME DE SATURNE. (*Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève;* 15 juillet 1883.)

M. Meyer donne dans cet article un aperçu de ses recherches sur le système de Saturne en 1880 et 1881, avec l'équatorial de 10 pouces de l'Observatoire de Genève. Déjà, en 1881, l'auteur avait publié un Mémoire in-4° sur ses premières observations; mais, pendant l'opposition de 1881,

Digitized by Google

de nombreuses mesures ont été recueillies, les valeurs des constantes instrumentales ont été étudiées à nouveau, et l'on a employé les méthodes rigoureuses de Bessel pour le calcul des éléments des orbites des satellites. La publication du Mémoire détaillé sera sans doute accueillie avec faveur : on verra tout le parti qu'un astronome zélé et actif peut tirer d'un instrument de médiocre dimension, un peu faible même pour l'étude du système de Saturne.

On rappelle que de 1882 à 1888 l'aspect de Saturne est le plus favorable aux observations : dans l'intervalle, en effet, la planète passe au périhélie et atteint sa plus grande déclinaison boréale; en même temps l'anneau acquiert sa plus grande ouverture.

Les mesures micrométriques de M. Meyer sont relatives à la planète et aux satellites, ainsi qu'au système des anneaux. On distingue, comme on sait, dans les anneaux trois parties : l'anneau extérieur A qui est un anneau brillant, l'anneau B brillant aussi, séparé de l'anneau A par un intervalle sombre très étroit (0",5 environ) appelé *division de Cassini*, enfin l'anneau sombre qui continue l'anneau B par une transition presque graduelle.

M. Meyer a trouvé les dimensions suivantes pour la distance 9,5389 de Saturne et de la Terre :

	1880.	1881.	Obs.
Diamètre extérieur de l'anneau brillant.....	40",43	40",35 ± 0",04	22
Diamètre au milieu de la séparation de Cassini.....	»	34,48 ± 0,10	4
Diamètre intérieur des anneaux brillants...	26,30	26,05 ± 0,06	21
Diamètre intérieur de l'anneau sombre.....	21,15	21,13 ± 0,09	5
Distance entre l'extrémité de l'anneau et la planète à l'ouest.....	11,59	11,34 ± 0,03	20
La même distance à l'est.....	11,41	11,30 ± 0,04	20
Diamètre équatorial de la planète.....	17,40	17,77 ± 0,03	21
Diamètre polaire de la planète.....	16,18	16,12 ± 0,06	20
Aplatissement.....	$\frac{1}{14,5}$	$\frac{1}{10,7}$	
Petit axe de l'anneau le 26 octobre.....	»	14,19 ± 0,07	10

Chaque observation est une moyenne de 10 mesures. Les résultats de 1881 méritent, suivant l'auteur, beaucoup plus de confiance que ceux de 1880.

Avant de mentionner quelques particularités physiques des anneaux, on indique les résultats des mesures effectuées par M. O. Struve en 1851 et 1882 (*Sur les dimensions des anneaux de Saturne* et *Astronomische Nachrichten*, n° 2498). Les distances étaient rapportées à la planète, et les mesures relatives aux deux anses, précédente et suivante, étaient séparées à cause de l'excentricité possible du système des anneaux; les

Digitized by Google

observations ont montré qu'elle était insensible et qu'on pouvait grouper les mesures pour les deux anses. On a réuni ci-dessous les résultats de M. O. Struve et de M. Meyer, en observant que la série d'observations de 1881, faites par M. Meyer, n'a montré de même aucune excentricité sensible dans le système des anneaux.

Distances au bord de la planète.

	Struve (1881).	Meyer (1881).	Struve (1882).
	″	″	″
Bord intérieur de C.....	1,61	1,68	1,49
Bord intérieur de B.....	3,64	4,14	3,66
Bord extérieur de B.....	8,24	8,36 (1)	8,20
Bord extérieur de A.....	11,03	11,29	11,20

Il convient de noter que les deux séries de mesures de M. O. Struve ont été effectuées avec le même instrument (l'équatorial de 14 pouces de Poulkova) et le même grossissement. Les variations de largeur des anneaux, que la comparaison avec les anciennes observations rend vraisemblables (Huygens dit que l'intervalle entre l'anneau et Saturne est aussi grand ou même plus grand que la largeur de l'anneau, tandis que maintenant il en est environ la moitié), donnaient un intérêt particulier à ces mesures comparatives à 31 ans de distance. Les différences de même signe entre M. Meyer et M. Struve peuvent provenir en partie d'une équation personnelle de pointé, M. Meyer mesurant les diamètres entiers tandis que M. Struve prend les distances du bord de la planète aux bords des anneaux. Pour le diamètre de la planète, M. Struve trouve 17″,76 en 1882; il avait obtenu 17″,56 en 1851, et la différence est encore attribuable à la manière de pointer.

Si les mesures modernes n'ont pas encore révélé de changements sensibles dans les dimensions des anneaux, on a du moins constaté quelques particularités bien dignes de fixer l'attention des observateurs. Ainsi dans l'anneau sombre, observé par Galle en 1838, décrit ensuite par Encke et sur lequel G.-P. Bond à Cambridge (U. S.) et Dawes en Angleterre dirigèrent l'attention générale vers 1850, M. Struve remarqua lors de ses premières mesures une fine séparation sombre qui ne s'est pas montrée dans les observations plus récentes de MM. Struve et Meyer. On peut aussi s'étonner que l'anneau sombre si sensible maintenant n'ait pas été remarqué depuis plus longtemps. Dans l'anneau A, il existait certainement vers 1858 une fine séparation qu'on appelle la *ligne d'Encke ou de Kater;* elle était placée aux deux tiers de l'anneau A et plus près du bord extérieur. M. Warren de la Rue, dans une des dernières séances

(1) Le milieu de la séparation de Cassini est pris comme bord de B.

Digitized by Google

de la Société royale, rappelait qu'il l'avait représentée dans ses dessins, et qu'elle avait été mesurée à cette époque. En 1881, M. Meyer et M. Schiaparelli, de Milan, constatent tous deux qu'à l'ouest elle occupe la situation mentionnée, tandis qu'à l'est elle semble au milieu de l'anneau A (*Astronomische Nachrichten*, n° 2130). Un peu plus tard, en 1882, cette ligne paraît beaucoup moins marquée à M. Schiaparelli (*Astronomische Nachrichten*, n° 2521). Plus récemment des observateurs habiles ont affirmé qu'on ne voyait aucune séparation quand les images étaient tranquilles et la définition tout à fait satisfaisante.

Dans les derniers mois, on a fait encore des observations intéressantes sur Saturne : MM. Young et Hall ont vu le corps de Saturne à travers la division de Cassini ; MM. Holdén, Ranyard, Perrotin, Henry, Trouvelot, etc., ont examiné attentivement les bandes de la planète, l'ombre portée sur l'anneau, de curieuses différences d'éclairement autour du corps de la planète et aux deux anses, etc.... On peut conclure des citations qui précèdent que les anneaux de Saturne pourront encore donner lieu à beaucoup de recherches, et l'on devra s'efforcer d'obtenir des données précises en même temps que le dessin des apparences.

On admet généralement aujourd'hui, comme le supposait déjà D. Cassini, que le système des anneaux peut être comparé à un nuage de satellites circulant autour de la planète. M. Meyer observe que la dissymétrie constatée par M. Schiaparelli et lui relativement à la division d'Encke est une confirmation de cette hypothèse. On peut concevoir les satellites répartis en groupes, pour chacun desquels les orbites sont presque semblables ; les perturbations des satellites plus considérables au delà des anneaux et l'aplatissement du globe de Saturne donnent lieu à des déplacements assez rapides des périsaturnes ; et M. Meyer pense qu'on pourra trouver dans ce fait une explication plausible des divergences entre les séries d'observations faites à différentes époques. Les rapports simples entre les nombres qui expriment les durées de révolution des satellites et les durées de révolution de satellites qui parcourraient les séparations des anneaux conduisent ensuite M. Meyer à des rapprochements qui ne manquent pas d'intérêt ; mais en indiquant comme un fait démontré que deux planètes, tournant dans le même sens autour d'un centre commun de gravité, ne pourraient pas exister si leurs temps de révolution autour de ce centre étaient dans un rapport commensurable (p. 10), l'auteur semble aller trop loin ; on peut même dire, d'après Gauss, que l'action mutuelle des planètes aura parfois pour effet de rendre plus parfaite la commensurabilité approchée, comme il arrive pour la durée de rotation de notre Lune (Voir *Bulletin*, I, p. 12). Les explications données sur les séparations des anneaux laissent donc à désirer.

Digitized by Google

Il est ensuite question des observations des satellites et du calcul des éléments de leurs orbites : on a mesuré à l'ordinaire les différences de déclinaison et d'ascension droite; Mimas a été observé cinq fois, les autres satellites de vingt à trente fois; les éléments obtenus par les méthodes de Bessel se trouvent dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1884.

Du tableau des erreurs moyennes affectant les éléments obtenus, il résulte que plusieurs d'entre eux sont encore incertains, et l'auteur est porté à attribuer les écarts sensibles entre les observations et le mouvement elliptique aux perturbations mutuelles des satellites et au mouvement rapide des périsaturnes. Quoi qu'il en soit, l'orbite elliptique d'Encelade reste encore problématique, comme le dit l'auteur. Quant à Titan et à Japetus, il était intéressant de comparer les nouveaux éléments à ceux de Bessel pour Titan, et, dans le cas de Japetus, aux éléments déduits par M. Tisserand des observations de Washington faites en 1874 (*Annales de l'Observatoire de Toulouse,* t. I); l'accord est satisfaisant et la comparaison des résultats fournit les variations des périsaturnes et des nœuds.

Les recherches qui précèdent conduisent à la masse de Saturne, et l'auteur la détermine au moyen de chacun des satellites, en tenant compte aussi de l'influence de l'aplatissement de Saturne sur le mouvement des satellites, que Bessel avait négligée :

Satellites.	*m*.	Poids.
Encelade	0,000284213	1,0
Thétis	0,000288215	4,4
Dioné	0,000288531	9,1
Rhéa	0,000288898	15,5
Titan	0,000287204	73,1
Japetus	0,000285849	48,6

La moyenne pondérée donne le résultat

$$\text{Masse de Saturne et des anneaux} = \frac{1}{3482,9 \pm 5,5};$$

cette valeur coïncide presque avec celle de M. Hall (Voir *Bulletin,* I, p. 32). En terminant, l'auteur dit quelques mots de la masse des anneaux. Depuis, M. Meyer a publié un extrait des résultats définitifs concernant les masses de Saturne et de l'anneau (Voir *Bulletin,* I, p. 106). La masse de la planète étant $\frac{1}{3482,5 \pm 5,5}$, celle de l'anneau en serait peut-être la deux-millième partie.

O. Callandreau.

Digitized by Google

MONTHLY NOTICES.

N° 5, mars 1884.

Stone (*E.-J.*). — Remarques sur le changement de l'unité de temps.

On a déjà indiqué le principe de la nouvelle théorie de M. Stone, qui consiste à introduire dans l'équation qui fixe l'unité de temps la condition de constante proportionnalité entre le mouvement du point équinoxial par rapport au méridien et le mouvement moyen du Soleil en longitude (*Comptes rendus*, t. XCVII, p. 485; *Bulletin*, t. I, p. 92); mais la condition mentionnée ne peut se concilier avec l'hypothèse d'une vitesse de rotation de la Terre constante à toutes les époques, ainsi qu'il a été prouvé de diverses manières, par M. Cayley en particulier. Dans cette nouvelle Note, M. Stone reprend la question, et partant de cette idée que l'équation qui définit le temps doit être, par la nature des choses, une *équation exacte* et doit correspondre à un mouvement continu, il retrouve la condition déjà mentionnée. M. Stone n'admet pas qu'on adopte comme unité le jour solaire moyen, au sens habituel, parce que l'équation qui le définit est susceptible d'approximations; et il ajoute, à l'égard de l'unité adoptée depuis les travaux de Le Verrier, que la comparaison des observations du Soleil avec la théorie, faite en se servant du temps sidéral à midi moyen donné par les Tables antérieures où la longitude moyenne du Soleil était entachée d'erreur, n'a pu conduire à une valeur définitive de cette même longitude moyenne.

Mais la critique de M. Stone ne paraît pas fondée, car le temps sidéral à midi moyen est employé pour trouver le temps moyen auquel on a observé au méridien un astre autre que le Soleil, et l'on se sert de l'équation du temps pour réduire les observations du Soleil.

Newcomb (*S.*). — Questions relatives à la théorie précédente de M. Stone.

Sans entrer dans la discussion théorique, M. Newcomb demande une indication plus précise des corrections tabulaires nécessitées par la nouvelle théorie.

Newcomb (*S.*). — Remarques sur la valeur de l'accélération séculaire du mouvement de la Lune, déduite des observations.

On n'est pas encore bien fixé sur la valeur en question; elle paraît être de 11″ environ, peut-être moindre.

Digitized by Google

Struve (*O.*). — La parallaxe de α Taureau.

En préparant le t. X des *Observations de Poulkova*, M. Struve a réuni vingt-cinq mesures effectuées sur α Taureau, une trentaine d'années auparavant; M. Shdanow, de Poulkova, s'est chargé de faire les calculs, et les résultats obtenus sont dignes de remarque : la mesure des distances donne $\pi = 0'',500 \pm 0'',075$, et celle des angles de position $\pi = 0'',538 \pm 0'',089$. Ces résultats, communiqués par M. Gill à la Société Royale, ont été publiés dans les *Mélanges mathématiques et astronomiques* de Saint-Pétersbourg, in-8°, t. VI.

Downing. — Sur un exemple d'équations personnelles dans l'observation des angles de position des étoiles doubles, et sur l'orbite de α Centaure.

En comparant quelques observations récentes avec les positions calculées d'après le travail du Dr Elkin, *Ueber die Parallaxe von α Centauri*, M. Downing a constaté, pour un observateur, des discordances notables, dues sans doute à un changement dans le mode d'observation (*Bulletin*, t. I, p. 207).

Marth (*A.*). — Sur la détermination des plans des satellites de Jupiter.

Les nœuds et les inclinaisons des orbites des satellites de Jupiter déduites des observations des éclipses sont affectés d'une incertitude sensible. Pour avoir les longitudes des satellites dans leurs orbites, les observations précises des éclipses auront toujours une valeur prépondérante; mais M. Marth recommande les mesures micrométriques effectuées avec les grands instruments pour assurer la détermination des plans des orbites, en particulier celle des nœuds : on peut mesurer à cet effet les distances entre les ombres des satellites vers le milieu des passages et le diamètre de Jupiter perpendiculaire à l'axe de rotation, en ayant soin de faire ces mesures quand les plans des satellites passent à peu près par le Soleil. Cette circonstance se rencontre maintenant, et M. Marth appelle l'attention des observateurs sur l'intérêt que présentent, à la fin de la présente opposition de Jupiter et au commencement de la nouvelle, des mesures micrométriques sur les ombres des satellites effectuées au nord et au sud du disque; quelques données numériques utiles aux observateurs sont ajoutées.

Perry. — Observations spectroscopiques des taches solaires en 1883; observations des satellites de Jupiter.

Digitized by Google

Konkoly (*N. de*). — Sur l'illumination électrique des micromètres.

M. de Konkoly se montre très satisfait de l'emploi des lampes Swan; celles qu'il emploie ne sont pas plus grosses qu'un pois ou une noisette.

— Observations spectroscopiques des colorations rouges du ciel et de la comète Pons-Brooks.

On a noté quelques bandes indiquant clairement la vapeur d'eau dans les colorations du ciel.

Sampson, Frisby, Nursing Row, Rosseter et Morris. — Observations de la comète Pons-Brooks.

Pogson. — Observations de la nouvelle comète (comète Ross).

Maxwell Hall. — Variations d'éclat de Neptune.

Il résulterait d'observations faites en novembre et décembre que Neptune varierait d'une grandeur (7,5 à 8,5) dans un intervalle d'à peu près 4^h (période $7^h 55^m$), de sorte que la variation dont il s'agit aurait pu échapper aux observations méridiennes. Toutefois les observations d'Harvard College, mentionnées plus loin, ne confirment pas ces résultats.

Christie, Maunder et *le cap. Noble.* — Observations de l'occultation de Vénus par la Lune, le 29 février.

Cap. Noble, Spitta (*J.*) et *Davidson.* — Observations des satellites de Jupiter et d'occultations d'étoiles par la Lune.

THE OBSERVATORY.

Tome VII; Mai 1884.

Séance de la Société Royale du 9 avril.

Le col. Tupman, l'un des secrétaires, présente les nouvelles Cartes écliptiques exécutées à l'Observatoire de Paris par MM. Henry et un spécimen des réseaux sur métal construits par le professeur Rogers.

La lecture d'une Note de M. Ellery *Sur une nouvelle méthode pour éclairer les fils d'un micromètre* est l'occasion de remarques intéressantes de M. Gill. M. Ellery fait usage d'une lampe électrique, et la lumière est envoyée sur les fils par des miroirs comme d'habitude; la différence consiste en ce que l'on peut éclairer à volonté les fils d'ascension

Digitized by Google

droite de déclinaison ou même une partie seulement des fils au moyen de quatre coulisses placées en avant des fils; M. Ellery ajoute que l'augmentation d'épaisseur du couvercle du micromètre nécessitée par les coulisses ne gêne pas pour les forts grossissements. M. Gill estime que ce micromètre est sans doute inférieur à celui de Repsold, dont on trouvera une description accompagnée de dessins à l'article *Micrometer* dans l'*Encyclopedia Britannica*. Dans le micromètre de Repsold, la lumière d'une lampe à huile est réfléchie par un miroir annulaire et non plus par quatre petits miroirs, de sorte que les rayons forment un cylindre creux. Dans le cas des fils brillants, les rayons sont envoyés sur les fils par un anneau de papier mâché et situé tout près d'eux, ce qui évite de donner une plus grande épaisseur à la boîte du micromètre. On obtient d'ailleurs l'illumination du champ en détournant la partie centrale des rayons et les renvoyant sur un petit miroir collé sur la face interne de l'objectif : ils arrivent dans le champ avec les rayons venant de l'objet lui-même. Quand le cercle de position est déplacé, la lampe du micromètre de M. Ellery se déplace aussi; dans le micromètre de Repsold la lampe demeure fixe. Ajoutons, pour ce qui est relatif à l'éclairage du champ, que dans les derniers instruments construits par M. Gautier (équatoriaux de 14 pouces de Paris, Bordeaux et Nice) la lumière est envoyée par une couronne de petites glaces sur la surface même de l'objectif sans addition de miroir collé sur la lentille, et l'éclairage est très satisfaisant.

Remarques sur les occultations de λ Gémeaux et κ Écrevisse, par M. H. Pratt, le capitaine Noble et le président M. E. Dunkin. Il arrive souvent que les grandeurs des étoiles sont diminuées au moment des occultations.

Apparences du quatrième satellite de Jupiter le 12 mars dernier; observations de MM. Pratt, Spitta, Knobel et du capitaine Noble.

M. Gill annonce ensuite la publication prochaine de Notes de M. Nyrén qui compléteront son récent travail *Sur la constante de l'aberration*. On trouve dans les résultats de curieuses variations systématiques qui se rencontrent aussi dans les résultats antérieurs de Struve; M. Nyrén est porté à les attribuer à l'influence des saisons, et il sera très important de reprendre la détermination dans l'hémisphère sud, où l'ordre des saisons est interverti.

Le colonel Tupman lit plusieurs Notes : Observations de la comète *a* 1884, par M. J. Tebbutt à Windsor et M. Ellery à Melbourne; la comète a été observée peu de temps; elle avait la forme d'une nébuleuse circulaire de 2′ d'arc, avec une condensation au centre. — Points radiants de bolides; par M. W.-F. Denning. — Détermination des longitudes des stations visitées par le capitaine Fitzroy dans les voyages du *Beagle*, en 1831 et 1836; par le professeur Auwers.

Digitized by Google

Séance de la Société astronomique de Liverpool.

Le P. Perry (S.-J.) fait une conférence sur les taches du Soleil, leur origine et leurs changements; il recommande à la Société les photographies des facules et des grains de riz. Tache sombre dans le cirque d'Atlas et modifications probables à la surface de la Lune, par M. T.-G. Elger. Observations de l'étoile variable π^1 Orion, par M. H. Gage, et de R. Persée, par M. J. Baxendell.

Airy (*G.-B.*). — Comparaison des instruments méridiens réversibles et non réversibles.

Il a été question dans la dernière séance de la Société Royale des deux classes d'instruments, à propos des observations du Cap, et les remarques de M. Airy complètent la discussion. Malgré toute l'habileté de l'artiste, il y a des imperfections inévitables, et l'on doit admettre, dans une certaine mesure, qu'un instrument qu'on retourne forme comme un nouvel instrument. M. Airy estime que, par une combinaison convenable de mesures micrométriques, on peut obtenir ce que des dispositions mécaniques ne pourraient donner. Il faut que l'observateur puisse mesurer à chaque instant les déplacements de la ligne de visée relativement au grand cercle qu'elle devrait théoriquement décrire, et l'on y parvient en établissant dans l'axe de l'instrument méridien un collimateur ou télescope, de longueur focale égale à la longueur de l'axe, le miroir étant à une des extrémités et une croisée de fils ou un repère à l'autre extrémité, précisément au foyer, puis visant l'image du repère avec une autre lunette placée dans le prolongement du même axe, et munie d'un micromètre (Voir *Observations de Greenwich*, 1852, *Appendice*). Dans les instruments du Cap et de Greenwich, cette disposition est adoptée, et M. Airy considère que ces deux instruments sont supérieurs à ceux qu'il a vus ailleurs.

Pickering (*E.-C.*). — Observations photométriques de Neptune à l'Observatoire d'Harvard College.

M. Maxwell Hall a annoncé une variation probable dans l'éclat de Neptune; les observations d'*Harvard College*, avec le grand photomètre méridien, montrent que la variation supposée est bien peu sensible, en admettant qu'elle existe.

Denning (*W.-F.*). — Le point radiant de bolides dans le Scorpion.

Les bolides dont il s'agit se montrent au commencement de juin.

Digitized by Google

Correspondance et Notes.

Lynn (*W.-T.*). — Éclipses pendant la guerre de Xerxès avec les Grecs.

Knott (*G.*). — Période de U Céphée.

Des observations de Schmidt d'Athènes et de l'auteur, il résulte pour la période moyenne 2j,492857; il pourrait y avoir quelques légères oscillations.

Tebbutt (*John*). — La comète Ross.

Les observations de M. Tebbutt s'étendent seulement du 19 janvier au 2 février, la comète étant devenue alors extrêmement faible; les éléments suivants ont été déduits des observations des 19, 23 et 28 janvier :

T = 1883, déc. 25,3004; T. M. Greenwich

$$\pi = 125^\circ.44'.24''$$
$$\Omega = 264.24.\ 0$$
$$i = 65.\ 0.55$$
$$q = 0,309775$$

Mouvement rétrograde.

Pickering (*E.-C.*). — Rapport annuel de l'Observatoire d'Harvard College.

Indications sommaires sur les travaux en cours d'exécution : On a repris les observations au cercle méridien. Avec le micromètre tracé sur verre, il avait été difficile auparavant d'observer les étoiles faibles; on le peut maintenant, grâce à un perfectionnement de l'éclairage et à l'interposition d'un verre rouge qui donne une illumination uniforme. Le Catalogue final contiendra 24300 observations d'étoiles de zones.

Le grand équatorial a été employé à des observations variées, mais particulièrement pour l'étude photométrique des satellites de Jupiter; au printemps, on a observé les phénomènes des satellites avec un oculaire à double image, pour connaître la précision à attendre de cette méthode (erreur probable d'environ 9s). L'équatorial de 6 pouces de Clacey a été employé par M. Chandler pour observer les étoiles variables; un Catalogue de 1200 étoiles variables est en préparation.

Le photomètre méridien rend toujours les meilleurs services. De la comparaison des résultats avec les données de la *Durchmusterung*, de l'*Uranometria Argentina* et les évaluations à l'œil nu, il résulte que la Voie lactée a une influence perturbatrice marquée sur les mesures. On a fait aussi des essais avec le photomètre méridien, en vue de déterminer la position des lignes et la distribution de la lumière dans les différents types de spectres d'étoiles.

Des expériences très intéressantes relatives à l'application de la photographie à la détermination de l'éclat et de la couleur des étoiles les

Digitized by Google

plus brillantes et à la construction d'une carte du ciel ont été entreprises; la couleur paraît exercer une influence très sensible sur l'intensité des images, et la photographie est appelée à rendre des services dans cette voie.

Neison. — Rapport sur l'Observatoire de Natal.

M. Neison, envoyé à Natal pour observer le passage de Vénus, a été choisi pour diriger un nouvel observatoire que l'initiative privée vient de créer. M. Neison se propose spécialement d'étudier différentes questions relatives à la Lune : l'inégalité parallactique par l'observation d'un cratère situé vers le centre de la surface; le diamètre de la Lune au moyen de couples de points près du bord; les effets de l'irradiation sur le diamètre lunaire; la libration réelle de la Lune avec une méthode appropriée, etc.

Newcomb (*S.*). — Sur la monture des miroirs.

Indication extraite d'un Rapport de M. Newcomb sur quelques améliorations à apporter aux instruments astronomiques; il est fait mention du moyen proposé par MM. Henry, d'interposer entre le miroir et sa monture une enveloppe de flanelle.

Trouvelot (*E.-L.*). — Ombres portées par les facules sur la pénombre des taches solaires.

Perrotin. — Sur Saturne et Uranus.

Articles empruntés aux *Comptes rendus,* t. XCVIII, nos 11 et 12.

THE SIDEREAL MESSENGER.

Tome III; Avril 1884.

Burnham (*S.-W.*). — Mesures micrométriques de 748 étoiles doubles faites avec l'équatorial de 18 $\frac{1}{2}$ pouces de l'Observatoire de Dearborn.

Extrait d'un appendice au dernier Catalogue de l'auteur publié dans les *Mémoires de la Société Royale astronomique.* M. Burnham range les couples suivant les distances des composantes, et l'on voit que pour les couples très serrés, dans lesquels la distance moyenne est inférieure à 1″ ou comprise entre 1″ et 2″, il en a trouvé à lui seul presque autant que tous les autres observateurs contemporains; la plupart des étoiles doubles intéressantes et à mouvement rapide est d'ailleurs comprise dans cette classe. On peut évaluer en tout à 3000 le nombre des étoiles

Digitized by Google

dont il s'agit, l'hémisphère austral étant encore peu connu; une exploration assidue du ciel austral serait sans doute féconde en résultats.

L'Éditeur. — Les satellites de Mars.

Hagen (*F.-G.*). — Influence de l'attraction lunaire sur la direction de la verticale.

La question traitée par le P. Hagen a fait récemment l'objet d'une étude de M. Gaillot (voir *Bulletin,* I, p. 114).

Harrington (*M.-W.*). — Polarisation de la lumière des astéroïdes.

M. Harrington, qui a fait récemment une étude photométrique de Vesta, a essayé de voir s'il y avait quelques traces de polarisation dans la lumière que nous envoient les astéroïdes : dans ce but, il mettait une plaque de spath d'Islande au foyer de la lunette et devant le photomètre à coin qui lui avait déjà servi dans l'autre recherche. Pour la Lune, il a retrouvé les résultats connus; mais, dans tous les autres cas, les deux images dédoublées ont conservé la même intensité.

Numsen (*W.-H.*). — Apparences de la comète Pons-Brooks.

Notes de l'Éditeur.

M. H.-C. Wilson, qui a remplacé depuis 1882 M. Ormond Stone dans la direction de l'Observatoire de Cincinnati, vient de publier les observations des années 1880, 1881 et 1882. On a étudié de préférence les apparences physiques des comètes, par exemple les changements dans les noyaux et les queues des comètes *b* 1881 et *c* 1882; les résultats sont réduits et discutés suivant les méthodes de M. Bredichin.

O. C.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, nos 2586-2592.

Auwers (*A.*). — Nouvelle réduction des longitudes observées par M. Fleuriais de 1867 à 1870.

Une détermination nouvelle de la longitude de Punta-Arenas, obtenue en 1882, ayant donné un résultat assez différent de celui qui avait été déduit des observations de M. Fleuriais, M. Auwers a pensé qu'il y avait lieu de reprendre le calcul des longitudes de toutes les stations de M. Fleuriais, en profitant notamment de récentes recherches de

Digitized by Google

M. Newcomb sur les corrections des Tables lunaires. L'habileté de l'observateur et le soin avec lequel toutes les séries ont été exécutées paraissaient, en effet, mériter une réduction aussi parfaite que possible. M. Auwers donne tous les détails désirables sur les éléments de réduction employés par lui et sur la manière dont les corrections ont été déterminées. Les corrections définitives fournies directement par la nouvelle réduction des culminations lunaires de M. Fleuriais ne sont pas très importantes en elles-mêmes; mais M. Auwers a cru devoir y ajouter une assez forte équation personnelle tirée de la comparaison des résultats avec des déterminations plus récentes (la plupart télégraphiques). Cette équation s'élève, en moyenne, à $+0^s,12$ pour les ascensions droites de la Lune, et à environ $+3^s$ pour les longitudes observées avec l'enregistreur électrique; on ne peut se dissimuler qu'il y a là un élément d'incertitude. Voici les résultats pour les dix stations :

	C. des T.	Réd. nouv.	Réd. + éq. p.	Auwers.	Autres sources.
	h m s	s	s	s	s
Paris.....	—0. 9.18,30	(+1,00)	(+0,19)	18,11	19,91
Montevideo....	3.44.44,82	+2,63	+4,37	49,19	49,26
Punta-Arenas..	4.43.32,72	+1,89	+4,88	37,60	36,43
Valparaiso.....	4.46.30,67	+0,18	+3,23	33,90	30,59
Pisco.....	5. 4.49,45	+0,71	+3,94	53,39	.....
Honolulu.....	10.31.21,91	+0,51	+3,68	25,59	26,47
Panama.....	5.18. 3,71	—0,10	+2,95	6,66	8,88
Yokohama.....	—9.18.43,63	+2,13	+5,42	38,21	.....
Sanghaï.....	—8. 6. 0,93	+1,95	+5,37	55,56	55,05
Pondichéry....	—5.19.23,20	—0,85	+2,44	20,76	20,06

Drechsler (*A.*). — Notice nécrologique sur Ch.-W. Moesta.

Le 2 avril dernier, est mort, à Dresde, M. Moesta, l'ancien directeur de l'observatoire de Santiago du Chili. Né en 1825, à Zierenberg, près de Cassel, il avait fait ses études à Marbourg et était parti en 1850 pour le Chili, où il ne tarda pas à s'associer aux travaux de l'expédition américaine dirigée par Gilliss. Après le départ de ce dernier, en 1852, le gouvernement chilien acheta tout le matériel de l'expédition et confia à Moesta la direction de l'observatoire provisoirement installé sur la colline de Santa-Lucia, qui fut remplacé en 1860 par un bâtiment mieux approprié à sa destination. C'est là que Moesta a exécuté, avec ses aides, de longues séries d'observations méridiennes pour la détermination des étoiles australes, l'observation de l'opposition de Mars en 1862, etc., en même temps qu'il réunissait de précieux matériaux pour l'étude du climat de Santiago. En 1865, peu après avoir découvert la première comète de cette année, il obtint un congé illimité pour aller en Europe réparer sa

Digitized by Google

santé fort ébranlée et surveiller la construction d'une grande lunette équatoriale. Il ne revint plus à Santiago; occupé, depuis cette époque, à mettre en ordre et à préparer pour l'impression les matériaux qu'il avait recueillis, il est mort avant d'avoir pu en achever la publication.

Engelhardt (Baron *de*). — Observations de planètes.

Ces observations ont été faites à Dresde au micromètre filaire d'un équatorial de 12 pouces.

Kreutz (*H.*). — La planète Vala retrouvée.

L'éphéméride publiée récemment par M. Kreutz a permis à M. Palisa de retrouver, le 29 mars dernier, cette planète, qui n'avait pas été revue depuis 1873.

Barnard (*E.-E.*). — Nébuleuses nouvelles; trou noir dans la voie lactée.

M. Barnard donne les positions de quatre nébuleuses, selon toute apparence nouvelles; il indique aussi l'existence d'une sorte de trou noir, de forme triangulaire et d'environ 2′ de largeur, dans la voie lactée (par $17^h 56^m$ et — 27° 51′). Il y a une étoile de couleur orangée près du bord N. préc. M. Barnard annonce enfin qu'en observant, le 6 novembre dernier, l'occultation de β^1 Capricorne, il a constaté que cette étoile de 7e grandeur était accompagnée d'une étoile très voisine (distance estimée, 0″,6 ou 0″,7; grandeur, 10) qui restait encore visible un instant après la disparition de la première. M. Sawyer a été témoin du même phénomène. Mais M. Burnham et M. Swift n'ont pas réussi à dédoubler le couple avec leurs lunettes de 18 ½ et de 16 pouces.

Schultz (*H.*). — Observations d'un amas d'étoiles télescopiques (Cat. gén. 4976).

Seeliger, *Cacciatore*. — Observations de la comète Pons-Brooks, faites à Munich et à Palerme.

Tebbutt (*J.*). — Éléments de la comète Ross.

Ces éléments provisoires sont fondés sur les positions de janvier 19, 23 et 28.

Engstroem (*Folke*). — Observations des planètes Victoria et Sapho, faites à Lund, d'après la méthode de Gill.

Digitized by Google

Schur (*W.*). — Observations des mêmes planètes et de diverses comètes, faites à Strasbourg.

Frantz (*J.*). — Mesures héliométriques d'étoiles doubles, faites à Kœnigsberg.

Il s'agit d'étoiles doubles déjà mesurées précédemment par Bessel, Schluter, Peters, Luther et Auwers.

Lindemann (*E.*). — L'étoile variable V du Cygne.

M. Lindemann cherche à expliquer les différences qui existent entre ses observations et celles de J. Schmidt.

Schulhof. — Éphéméride pour la recherche de la comète 1858 III.

Klein (*H.-J*). — Nouvelles remarques sur la division de Cassini.

Palisa. — Découverte d'une nouvelle planète (236).

La nouvelle planète, découverte le 26 avril, a reçu le nom de Honoria. M. Abetti a pu l'observer à Padoue le 27, et M. Trépied, à Alger, les 1er et 2 mai.

Sawyer (*E.-F.*). — Observations d'étoiles variables, obtenues pendant l'année 1883 à Cambridgeport.

Pritchett (*C.-W.*). — Observations de la comète Pons-Brooks, faites à Glasgow, Missouri.

Kreutz (*H.*). — Sur la comète qui a été vue en Tasmanie.

D'après une Communication du commandant J. Shortt, une comète, qui avait une queue de 2 ou 3°, a été vue en Tasmanie le 25 décembre dernier, vers 3h du matin, et le 27, peu de temps avant le lever du Soleil, à l'horizon est. On peut s'étonner qu'elle ait échappé aux astronomes de l'hémisphère nord, car les indications des témoins répondent aux positions suivantes :

		⅄	⊕
Déc. 24.....	15h	14h,8	—6°.
26.....	16h6m	16h,5	0°.

Schulhof. — Éléments elliptiques et éphémérides de recherche de la comète 1858, III.

Voir *Bulletin* I, p. 171-176.

Digitized by Google

Howe (*H.-A.*). — Formule d'approximation pour la solution du problème de Kepler.

Herz. — Note concernant le développement de la fonction perturbatrice.

L'auteur a trouvé certaines relations entre les coefficients des séries qui servent à développer sin mE et cos mE suivant les multiples de l'anomalie moyenne M. Il exprime aussi par une fraction continue le rapport de deux coefficients consécutifs de l'une des trois séries indiquées par Gauss pour le développement de Δ^{-n}.

Wendell (*O.-C.*). — Trajectoires d'étoiles filantes observées le 6 décembre 1883.

Observatoire de Harvard College. — Point radiant, $\mathcal{R} = 220°,5$; $\mathcal{D} = 65°,2$.

Luther (*R.*). — Lettre à l'éditeur.

Rectification d'une position d'étoile. — Occultation de Vénus.

Struve (*Hermann*). — Occultation de Vénus observée à Poulkova.

Plummer (*John*). — Observations de comètes, faites à l'Observatoire d'Orwell Park.

Jedrzejewicz. — Observations de la comète Pons-Brooks, faites à Plonsk.

Holden (*Edward*). — Sur le nombre des étoiles qui font partie du groupe des Pléiades.

La méthode que vient de proposer M. Ceraski pour déterminer le nombre des étoiles qui appartiennent réellement au groupe des Pléiades a été indiquée par M. Holden en 1880; il l'a appliquée à 167 amas d'étoiles, en vue de décider combien de classes de grandeur se trouvent en moyenne associées à la même distance; l'écart moyen paraît être de $3^m,8$ de l'échelle de Herschel.

Abetti. — Observations de la planète (131) Vala.

R. R.

Digitized by Google

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

DESCRIPTION D'UN NOUVEAU SYSTÈME DE TÉLESCOPE;

PAR M. LOEWY.

Depuis plus de deux années un nouvel équatorial, construit sur un plan que j'ai exposé dans plusieurs Communications, se trouve installé à l'Observatoire, et le succès a mis hors de toute contestation possible la valeur de ce système; je puis, sous ce rapport, invoquer le témoignage de plusieurs astronomes des plus distingués, de divers pays, qui ont eu l'occasion d'examiner cet instrument; tous ont été unanimes à reconnaître la régularité et la netteté des images produites par cette lunette.

De nombreuses expériences d'ailleurs ont été faites, des travaux importants et de diverse nature ont été exécutés; quelques-uns sont publiés, notamment les travaux cométaires et planétaires effectués par M. Périgaud; les autres sont sur le point de l'être, et tous accusent une exactitude qui ne laisse rien à désirer sous aucun rapport.

Sans vouloir entrer ici dans des détails que j'ai déjà publiés, je veux simplement rappeler le but qu'il s'agissait d'atteindre par cette nouvelle construction. Il fallait : 1° réaliser un instrument plus stable que les équatoriaux ordinaires; 2° établir une disposition qui permît à l'astronome d'explorer le ciel tout entier et de régler lui-même, sans dérangement aucun, les mouvements de son appareil; 3° éviter l'établissement de ces coupoles monumentales, dont la construction et l'emploi sont toujours si coûteux et si difficiles; 4° enfin réaliser un instrument qui, malgré l'adjonction de deux miroirs supplémentaires, fût optiquement plus parfait que les équatoriaux ordinaires.

Je crois devoir m'arrêter ici un instant pour éclaircir un point qui n'a pas été bien compris et qui a donné lieu à certaines objections.

Un des astronomes les plus éminents, tout en reconnaissant la valeur de l'instrument donné, a mis en doute l'efficacité du système pour la construction des grands instruments; il trouve que,

Digitized by Google

lorsqu'on dispose de grandes lunettes, il faut pouvoir profiter de toutes leurs qualités et les utiliser jusqu'aux dernières limites.

Cette considération un peu abstraite, et qui est d'une évidence incontestable, ne peut pas être invoquée ici, car il n'existe pas d'appareil optique dont l'exécution permette d'atteindre la perfection idéale. Il s'agit ici seulement de comparer deux instruments différents et d'évaluer leur mérite relatif.

La petite perte de lumière qui provient de la réflexion et la légère déformation de l'image qui résulte théoriquement de l'adjonction d'une surface optique quelconque doivent, selon lui, faire renoncer à ce système pour les grandes lunettes. Cette opinion a sans doute été émise sans que son auteur ait pris soin préalablement d'approfondir la question; elle est en tous cas dénuée de tout fondement. Le système est au contraire d'autant plus recommandable que la puissance des instruments s'accroît.

C'est un fait connu qu'avec le système ordinaire on ne gagne pas optiquement en proportion de l'agrandissement des objectifs; il est en effet pratiquement impossible de réaliser les conditions théoriques exigées pour la qualité des images au point de vue achromatique.

Prenons, par exemple, un objectif de $0^m,20$: en lui donnant une distance focale de 3^m, on aura un achromatisme très satisfaisant pour obtenir la perfection de l'image à ce point de vue; avec un objectif de $0^m,70$, il faudrait donner à l'instrument une distance focale égale à 3^m multipliés par le carré du rapport des deux diamètres des objectifs respectifs, c'est-à-dire $36^m,8$; ce chiffre indique suffisamment l'impossibilité matérielle de réaliser cette condition.

En adoptant, comme on le fait, une longueur beaucoup plus faible, soit 14^m à 16^m, on porte une atteinte très grave à la netteté de l'image; le voile de couleur jeté sur celle-ci par le spectre secondaire produit un effet excessivement préjudiciable et dont on ne se rend pas suffisamment compte; avec le nouveau système au contraire, on peut donner à la distance focale la longueur que l'on veut et obtenir parfaitement l'achromatisme voulu.

La netteté que l'on gagne alors est bien supérieure à la petite altération provenant des miroirs. Je suis convaincu qu'en comparant deux instruments de $0^m,70$ d'ouverture, construits d'après les

Digitized by Google

deux systèmes, les images données par le nouveau auront une netteté et une définition bien plus grandes que celles des images formées par l'ancien.

Ce sont ces considérations qui m'ont fait dire, quoique cela puisse paraître de prime abord presque paradoxal, que l'instrument nouveau est optiquement plus parfait que l'équatorial ordinaire.

Encouragé par le succès de ce premier instrument, j'ai cru qu'il y aurait pour la Science un certain intérêt à examiner si l'adaptation de ce système pourrait être faite à des télescopes, c'est-à-dire à des réflecteurs paraboliques de grandes dimensions.

L'étude de cette question me semble intéressante en ce sens que le télescope a, sous certains rapports, une supériorité incontestable sur l'équatorial ordinaire; il donne des images parfaitement achromatiques et il permet en outre d'aborder les recherches photographiques, qu'on ne peut pas faire dans des conditions convenables avec le réfracteur, à moins d'avoir deux objectifs, l'un pour les observations purement astronomiques, et l'autre pour les observations photographiques.

Aujourd'hui que la Science dispose de nouveaux et précieux moyens d'investigation, il devient nécessaire d'approprier les instruments à leur usage. La Photographie, particulièrement, est venue offrir aux astronomes le concours le plus efficace et le plus indispensable pour l'exécution d'un nombre considérable de travaux. L'importance et l'étendue de ces applications s'accroît tellement de jour en jour qu'il est urgent de posséder, pour les effectuer, l'outillage le plus parfait. Aussi, lorsqu'on établit des instruments de grandes dimensions, dont le prix est si élevé qu'on peut rarement trouver les ressources nécessaires à leur construction, il convient du moins d'en tirer tout le profit possible et d'utiliser également ces puissants appareils aux recherches photographiques. Il y avait donc opportunité d'examiner si le nouveau système, si avantageux à tant de points de vue différents, ne pouvait pas être également appliqué aux télescopes.

A première vue, la solution du problème semble beaucoup plus simple que pour l'équatorial coudé et présente même sur ce dernier un certain avantage, puisque, au lieu de deux miroirs supplémentaires, il suffit de n'en ajouter qu'un pour le télescope, mais on se heurte ici, dans l'exécution pratique, à des difficultés inhé-

Digitized by Google

rentes à la nature même du télescope. Dans cet instrument, en effet, on est obligé d'employer certains appareils spéciaux pour ramener l'image à l'œil de l'observateur, ce qui occasionne déjà une perte de lumière assez sensible, et l'interception des rayons centraux causée par le réflecteur intermédiaire est d'autant plus notable que le champ d'observation devient plus étendu; mais, comme dans le télescope surtout il faut avoir un vaste champ pour les recherches photographiques, on se trouve ici enfermé dans une sorte de dilemme : il faudrait pouvoir donner au réflecteur intermédiaire des dimensions assez notables pour agrandir le champ, et, d'un autre côté, il conviendrait de ne lui donner que la plus petite surface possible pour éviter les pertes de lumière et l'altération des images.

Un premier examen de la question m'avait d'abord fourni les deux solutions purement théoriques que je vais exposer plus loin; mais il m'a fallu, pour trouver une solution pratique véritablement satisfaisante, recourir à l'analyse, et les résultats de cette analyse, fort simple d'ailleurs, m'ont démontré que, pour chaque diamètre d'un réflecteur quelconque, il n'y a qu'une solution.

Il n'est pas permis ici, comme dans le cas d'un équatorial ordinaire, de choisir arbitrairement entre certaines limites la distance focale; il n'y a qu'une seule valeur numérique de cet élément permettant de remplir les conditions optiques et mécaniques du problème.

Avant d'entrer dans le développement des formules, je vais ici (*fig.* 8 et 9) donner les deux solutions théoriques du problème et j'exposerai ensuite la véritable solution pratique.

Dans la première disposition A et B, sont les deux piliers supportant l'axe polaire de l'instrument; le réflecteur parabolique se trouve en O, perpendiculairement à cet axe et au-dessous.

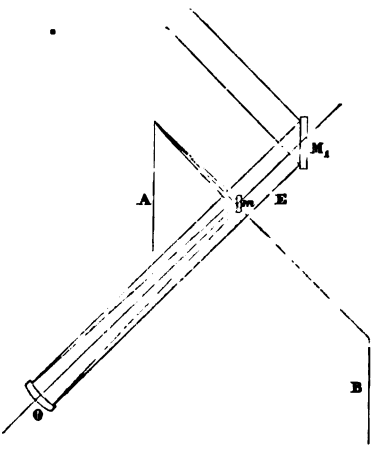
Un petit miroir en *m* renvoie à l'œil de l'observateur l'image formée à l'aide du grand miroir O. Par suite de cette première disposition, si l'instrument tourne autour de son axe polaire, l'observateur verra défiler toutes les étoiles de la zone équatoriale. Mais la lumière n'est pas reçue directement par le miroir O; elle lui arrive du corps céleste par l'intermédiaire du réflecteur M, placé sous un angle de 45° sur l'axe optique du miroir O, et elle est ensuite réfléchie dans l'axe polaire vers l'observateur.

Digitized by Google

Le mouvement indépendant du miroir M_1 autour du coude E, c'est-à-dire autour de l'axe optique du miroir parabolique, permet d'observer, pour chaque position déterminée de l'instrument, toutes les étoiles du cercle horaire correspondant; et, comme on le voit facilement, au moyen de deux mouvements combinés, l'un autour de l'axe polaire, et l'autre autour du coude, on arrive à pouvoir observer chaque point de l'espace.

Dans la deuxième disposition, qui est analogue à la première, le grand réflecteur O est placé à l'extrémité de l'axe polaire; le

Fig. 8.



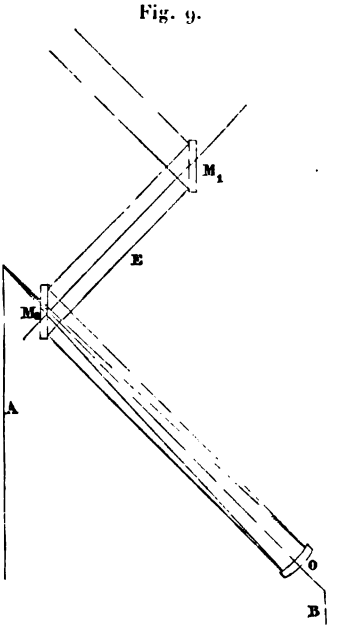
miroir M_2, incliné à 45°, occupe tout le centre de l'instrument et est percé d'un trou circulaire pour laisser passer les faisceaux lumineux qui, du réflecteur O, doivent arriver à l'observateur. Comme dans la première figure, le grand miroir M_1 tourne d'une manière indépendante autour du coude E, installé perpendiculairement à l'axe polaire.

On voit aisément la différence qui existe entre ces deux dispositions : dans la première, on introduit dans le corps de l'instrument un petit miroir qui, pour être maintenu solidement, doit être supporté par trois bras; dans ce cas, non seulement ce petit miroir masque par sa présence une portion de la lumière, mais, de plus, ses trois supports, tout en produisant le même effet, donnent

Digitized by Google

encore naissance à des rayons de diffraction, nuisibles à la netteté des images : il faudra, en outre, donner au bras J, qui porte le réflecteur O, une longueur notable et peu différente de la distance focale de O, ce qui occasionnerait des complications très graves, au point de vue mécanique et au point de vue de la construction des bâtiments.

Fig. 9.



Dans la seconde disposition, on évite ces difficultés, mais on se trouve soumis à l'obligation de remplacer le petit miroir par un grand; toutefois cette considération n'est pas de nature à mettre obstacle à cette combinaison, car aujourd'hui la confection d'un miroir plan n'est pas plus difficile que celle d'une surface optique quelconque. Les moyens de vérification imaginés par MM. Paul et Prosper Henry sont tellement sensibles que, pour un miroir de 1^m, une erreur de planimétrie de $\frac{1}{50000}$ de millimètre pour la flèche peut être facilement constatée et corrigée.

Dans ces conditions, il ne peut, comme on le voit, exister aucune imperfection appréciable; le problème de la construction des miroirs plans se trouve donc parfaitement résolu.

Digitized by Google

Les deux dispositions exposées ci-dessus, dont la deuxième paraît préférable, ne constituent en réalité que des solutions purement théoriques; il faut, pour les rendre pratiques, qu'elles remplissent les quatre conditions suivantes :

1° Il faut obtenir un champ d'observation aussi étendu que possible, permettant, comme je l'ai dit plus haut, d'effectuer les observations astronomiques de toute nature et les recherches photographiques, que l'on ne peut faire avec le réfracteur, dont le foyer optique n'est pas le même que le foyer chimique. Mais on peut aisément reconnaître que dans presque tous les cas, à moins de trouver une solution particulière, le faisceau lumineux sera très notablement diaphragmé par le réflecteur central m de la première disposition, ou par l'orifice central du grand miroir intérieur M_2 dans la deuxième.

2° Il faut pouvoir projeter l'image produite sur le miroir parabolique, à une distance assez grande en arrière du petit miroir m ou du trou circulaire du grand miroir M_2, pour avoir la possibilité d'établir l'abri destiné à l'observateur.

3° Il faut que le rapport du petit miroir, ou du trou circulaire, avec le réflecteur parabolique, soit un minimum, afin qu'il ne résulte aucun obstacle, au point de vue pratique, pour la construction des verres, ou au point de vue de la constitution des images.

4° Pour les raisons qui viennent d'être indiquées en dernier lieu, il faut, d'un côté, que la partie diaphragmée du réflecteur concave n'atteigne pas, au maximum, le tiers de ce dernier; et, de même, il faut que l'ouverture du trou circulaire du grand miroir ne dépasse pas le tiers de son diamètre. En marquant entre ces limites le centre d'un miroir ou d'un objectif, nous avons reconnu qu'il n'en résulte aucune altération appréciable dans l'aspect des images.

Nous allons maintenant rechercher le procédé le plus convenable pour satisfaire à l'ensemble des conditions exigées.

Désignons par

O le diamètre du réflecteur parabolique;
f la distance focale;
$r = \frac{f}{O}$ le rapport de ces deux quantités;
s l'étendue angulaire du champ;

Digitized by Google

m le diamètre du petit miroir intérieur ou de l'ouverture circulaire;
δ la distance du centre m au centre du réticule;
M_1 le diamètre du grand miroir extérieur;
M_2 le diamètre du grand miroir intérieur;
d la distance du centre du réflecteur O au grand miroir M_2;
d_1 la distance des centres des deux miroirs M_1 et M_2;
n le rapport $\frac{\delta}{f}$.

Le petit miroir ou l'orifice circulaire intercepte une petite partie du faisceau lumineux; cette perte a également lieu dans le télescope ordinaire; il convient de l'évaluer. Nous allons donc finalement appeler O′ le diamètre réduit, c'est-à-dire le diamètre d'un réflecteur qui fournirait la même quantité de lumière que celle obtenue réellement au foyer; alors on trouvera facilement les relations suivantes :

$$rO = f, \quad d = rO - \delta, \quad nf = nOr = \delta;$$

$$\frac{m}{\sqrt{2}} = nO + f\sin s - \delta\sin s = \frac{\delta}{r} + (rO - \delta)\sin s.$$

Dans l'équation en m les quantités O, s et δ étant des constantes données, pour avoir la solution la plus satisfaisante, il est nécessaire de déterminer la valeur de r pour laquelle f devient un minimum. Mais il ne suffit pas de trouver la distance focale la plus favorable pour pouvoir résoudre le problème au point de vue optique : il faut encore remplir la quatrième condition, à savoir $\frac{m}{\sqrt{2}} \leqq \frac{O}{3}$.

En différentiant par rapport à m et r et en posant $\frac{dm}{dr} = 0$, on aura

$$-\frac{\delta}{r^2} + O\sin s = 0$$

et, par suite,

$$r = \sqrt{\frac{\delta}{O\sin s}}, \quad f = \sqrt{\frac{O\delta}{\sin s}}, \quad d = \sqrt{\frac{O\delta}{\sin s}} - \delta,$$

$$m = (2\sqrt{O\delta\sin s} - \delta\sin s)\sqrt{2},$$

$$M_1 = (O + \sqrt{O\delta\sin s} - \delta\sin s + d'\sin s)\sqrt{2},$$

$$M_2 = (O + \sqrt{O\delta\sin s} - \delta\sin s)\sqrt{2},$$

$$O' = \sqrt{O^2 - (2\sqrt{O\delta\sin s} - \delta\sin s)^2}$$

Digitized by Google

ou, avec une approximation suffisante,

$$O' = O - 2\delta \sin s + \frac{2(\delta \sin s)^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{O}}.$$

Après avoir ainsi déterminé la relation fondamentale entre la distance focale et les dimensions des diverses données mécaniques et optiques qui entrent dans la construction, il faut encore établir l'équation de condition nécessaire pour que $\frac{m}{\sqrt{2}} \leqq \frac{O}{3}$.

On a donc

$$(2\sqrt{O\delta \sin s} - \delta \sin s) \leqq \frac{O}{3}$$

ou

$$O^2 - 30\delta \sin s\, O \geqq -9\delta^2 \sin^2 s;$$

de là résulte

$$O \geqq 29{,}70\, \delta \sin s.$$

On a en outre

$$\frac{m}{M_2} = 2\,\frac{\sqrt{O\delta \sin s} - \delta \sin s}{O}\left(\frac{1}{1 + \frac{\sqrt{O\delta \sin s} - \delta \sin s}{O}}\right)$$

$$\frac{m}{M_2} \leqq \frac{2\sqrt{O\delta \sin s} - \delta \sin s}{O};$$

par conséquent, si

$$\frac{m}{\sqrt{2}} = 2\sqrt{O\delta \sin s - \delta \sin s} \leqq \frac{O}{3},$$

a fortiori $\frac{m}{M_2}$ restera toujours inférieur à $\frac{1}{3}$.

L'analyse et la discussion des formules indiquent de suite que les solutions rationnelles seront d'autant plus difficiles que les valeurs de δ et de s seront plus considérables. Si $\delta \sin s$ devient égal à l'unité, la solution du problème ne pourra être obtenue que pour des miroirs ayant plus de $0^m{,}30$ et, si ce même produit est égal à 2, la solution ne pourra être obtenue que pour des miroirs plus grands que $0^m{,}59$.

On constate en outre que, pour chaque diamètre donné, il n'existe qu'une seule solution rationnelle possible.

Nous disposons donc maintenant de toutes les données nécessaires pour passer aux applications pratiques.

Digitized by Google

Comme cette combinaison doit permettre d'employer le télescope aux recherches photographiques, nous prendrons cette condition comme point de départ, et nous admettrons que le champ doit avoir une grandeur permettant de photographier en leur entier le Soleil ou la Lune; or, en adoptant s égal à environ $34',4$ ou $\sin s = 0,01$, on aura atteint ce but.

La nécessité d'établir un abri pour l'observateur, d'installer le pilier et ses accessoires, celle en outre de laisser pour le libre passage du contre-poids un espace suffisant exigent une certaine distance entre le micromètre et le coude; or, lorsque les contre-poids se trouvent placés dans la prolongation du coude, cette distance ne pourra guère être inférieure à 2^m.

Pour donner à la salle d'observation une longueur et une hauteur suffisantes, nous allons établir ensuite $d' = 4^m$.

L'inspection des formules indique nettement que la solution sera d'autant plus avantageuse que les valeurs de δ, d' et de s seront plus faibles; ce sont ces considérations qui nous ont fait choisir pour point de départ les valeurs presque minima de ces quantités.

En partant de ces conditions et en adoptant le centimètre comme unité, les formules précédentes se réduisent aux expressions numériques suivantes :

$$r = \frac{200}{\sqrt{2O}}, \quad f = 100\sqrt{2O}, \quad m = (2\sqrt{2O} - 2)\sqrt{2},$$

$$M_1 = (O + \sqrt{2O} - 2 + 0,01\,d')\sqrt{2}, \quad M_2 = (O + \sqrt{2O} - 2)\sqrt{2},$$

$$d = 100(\sqrt{2O} - 2), \quad O' = O - 4 + \frac{8}{\sqrt{2O}} \quad \text{ou} \quad O' \overset{=}{>} 59,10.$$

A l'aide de ces expressions, on reconnaît que le système ne peut être utilisé que pour des miroirs plus petits que $0^m,60$, et que l'application jusqu'à certaines limites devient d'autant plus favorable que les dimensions du miroir s'accroissent.

Dans le Tableau suivant on trouve les valeurs de toutes les données optiques et mécaniques du problème pour des miroirs de $0^m,60$ à $1^m,30$:

Digitized by Google

O.	O'.	$\frac{m}{\sqrt{2}}$.	M_1.	M_2.	m.	f.	d.	r.
50	46,8	18,0	87,6	82,0	25,5	1000	800	20,0
60	56,7	19,9	103,2	97,4	28,2	1094	894	18,3
70	66,7	21,7	118,6	112,8	30,6	1183	983	16,9
80	76,6	23,3	133,9	128,1	32,9	1265	1065	15,8
90	86.6	24,8	149,1	143,3	35,1	1342	1142	14,9
100	96,6	26,3	164,2	158,5	37,2	1414	1214	14,1
110	106,5	27,7	179,4	173,7	39,1	1483	1283	13,5
120	116,5	29,0	194,4	188,8	41,0	1549	1349	12,9
130	126,5	30,2	209,5	203,8	42,8	1612	1412	12,4

L'inspection de ce Tableau démontre numériquement que la combinaison devient pratiquement réalisable pour des miroirs compris entre $0^m,60$ et $1^m,30$. Pour des miroirs plus petits que $0^m,60$, l'ouverture circulaire est trop considérable; pour des miroirs plus grands que $1^m,30$, la séparation devient difficile entre l'abri et la partie extérieure de l'appareil, mais la construction se montre pratique et même très favorable pour presque toutes les valeurs intermédiaires de O.

On peut maintenant se rendre compte également des difficultés que renferme la première solution présentée par la *fig.* 8. En effet, le bras portant le réflecteur a une longueur minimum de 9^m, et cette longueur peut atteindre 18^m lorsque O est égal à 2^m. Abstraction faite des effets de diffraction produits sur les images par les trois branches métalliques destinées à supporter le petit miroir, on constate ainsi qu'au point de vue de l'installation de l'abri pour l'observateur, aussi bien qu'au point de vue mécanique, on se trouve en présence des complications les plus sérieuses.

Mais, en introduisant une légère modification mécanique dans la construction de ces lunettes, il existe encore une seconde solution pratique qui me paraît même la plus avantageuse dans un très grand nombre de cas. Elle complète en outre dans une certaine mesure la première solution, puisqu'elle permet d'étendre l'application de ce système à des réflecteurs de dimensions plus faibles. Cette modification consiste dans le déplacement des contre-poids, que l'on peut transporter en arrière et plus près du pilier inférieur, au lieu de les établir dans le prolongement de l'axe du coude. Cette disposition n'entraîne, au point de vue de la solidité mécanique, aucun inconvénient, si l'on a la précaution de laisser les

Digitized by Google

attaches de ces contre-poids fixées au cube central, de manière à éviter une torsion de ce cube.

En opérant ainsi, on peut réduire δ à la valeur de 1^m et obtenir d'une manière générale un avantage très notable pour la réalisation de ce système. On arrive alors aux expressions suivantes :

$$r = \frac{100}{\sqrt{O}}, \quad f = 100\sqrt{O}, \quad m = (2\sqrt{O} - 1)\sqrt{2}, \quad d = 100(\sqrt{O} - 1),$$

$$M_1 = (O + \sqrt{O} + 3)\sqrt{2}, \quad M_2 = (O + \sqrt{O} - 1)\sqrt{2}, \quad O = 29,70.$$

O.	O'.	$\frac{m}{\sqrt{2}}$.	M_1.	M_2.	m.	f.	d.	r.
30	28,3	10,0	54,4	48,8	14,1	548	448	18,3
40	38,3	11,7	69,8	64,1	16,5	632	532	15,8
50	48,2	13,1	85,0	79,3	18,6	707	607	14,2
60	58,2	14,5	100,1	94,4	20,5	775	675	12,9
70	68,2	15,7	115,1	109,4	22,2	837	737	12,0
80	78,2	16,9	130,0	124,4	23,9	894	794	11,2
90	88,2	18,0	144,9	139,3	25,4	949	849	10,5
100	98,2	19,0	179,8	154,2	26,9	1000	900	10,0

L'examen du Tableau précédent fait de suite reconnaître que la petite perte de lumière provenant de l'orifice circulaire est très faible; la différence entre le diamètre réduit et le diamètre réel est en effet presque une constante égale à peu près à $0^m,017$. Le nouveau système présente, sous ce rapport, un avantage sérieux sur le télescope à réflexion, tel qu'il a été construit jusqu'à présent en France. Dans ce dernier instrument le diamètre réduit est plus considérable, et la présence du véhicule et des branches métalliques, non seulement provoque un affaiblissement de l'intensité lumineuse, mais encore détermine ces bandes de diffraction, si préjudiciables pour la constitution des images.

On voit en outre, en comparant ce dernier Tableau au précédent que cette construction est optiquement plus avantageuse que la première. Les dimensions des miroirs plans et de l'ouverture circulaire sont en effet, pour les mêmes valeurs de O, plus petites que dans le premier cas, mais le rapport r devenant plus faible à mesure que O augmente, il ne me semble pas avantageux de faire usage de cette seconde combinaison pour des réflecteurs ayant beaucoup plus de 1^m de diamètre.

Les combinaisons fournies par les deux Tableaux ont ceci de commun, qu'elles deviennent d'autant plus avantageuses que la

Digitized by Google

puissance du réflecteur concave devient plus grande, mais leur réalisation mécanique peut alors faire naître certains inconvénients pratiques. En effet, en augmentant toutes les dimensions des télescopes, l'espace réservé pour l'installation du pavillon d'observation peut devenir insuffisant.

Pour parer à toutes les difficultés, nous allons envisager le problème à un autre point de vue. Nous allons établir *a priori* que, quelles que soient les dimensions du réflecteur parabolique, la valeur optique du système doit rester la même. Nous allons donc considérer le rapport $\frac{m}{O\sqrt{2}}$ comme une constante donnée et supposer au contraire δ variable.

En posant $\frac{m}{O\sqrt{2}} = p$, on a

$$2\sqrt{\sin s\,O} - \delta \sin s = Op, \quad \sqrt{\delta \sin s} = \sqrt{O}\left(1 - \sqrt{1-p}\right),$$

$$\delta = O\,\frac{\left(2 - p - 2\sqrt{1-p}\right)}{\sin s}, \quad r = \frac{1-\sqrt{1-p}}{\sin s}, \quad f = \frac{1-\sqrt{1-p}}{\sin s}\,O,$$

$$M_2 = \left(p + \sqrt{1-p}\right) O\sqrt{2}, \quad M_1 = \left[\left(p + \sqrt{1-p}\right) O + d' \sin s\right] O\sqrt{2},$$

$$O' = O\sqrt{1-p^2}.$$

ou, avec une approximation suffisante :

$$r = \frac{4p + p^2}{8 \sin s}, \quad f = \frac{4p + p^2}{8 \sin s}\,O,$$

$$M_1 = \left(1 + \frac{p}{2} - \frac{p^2}{8} + d' \sin s\right) O\sqrt{2}, \quad M_2 = \left(1 + \frac{p}{2} - \frac{p^2}{8}\right) O\sqrt{2},$$

$$O' = O\left(1 - \frac{p^2}{2}\right), \quad \delta = \frac{p^2}{4}\left(1 + \frac{p}{2}\right)\frac{O}{\sin s}, \quad \frac{\delta}{f} = \frac{p}{2}\left(1 + \frac{p}{4}\right).$$

Quelle que soit la grandeur du miroir concave, on constate ainsi que le rapport entre la distance focale et l'ouverture reste la même, c'est-à-dire qu'aux mêmes valeurs de p correspondent les mêmes valeurs de r.

Le Tableau suivant renferme les données de presque toutes les applications pratiques, et, pour toutes les valeurs de p, on y trouve calculées de centième en centième les valeurs correspondantes des cinq éléments fondamentaux : O', m, M_2, f, δ et r.

La solution sera d'autant plus avantageuse que p sera plus faible ; on réalisera toujours cette condition d'une manière satisfaisante par une construction judicieuse de l'abri destiné à l'observateur.

Digitized by Google

0.	o'.	m.	M₁.	f.	δ.
	$p = 0,23$;	$r = 12,2$.			
30	29,2	9,8	47,0	368	0,45
40	38,9	13,0	62,6	490	0,60
50	48,7	16,3	78,3	613	0,75
60	58,4	19,5	94,0	735	0,90
70	68,1	22,8	109,6	858	1,05
80	77,8	26,0	125,3	980	1,20
90	87,6	29,3	140,9	1103	1,35
100	97,3	32,5	156,6	1225	1,50
110	107,0	35,8	172,3	1348	1,65
120	116,8	39,0	187,9	1470	1,80
	$p = 0,24$;	$r = 12,8$.			
30	29,1	10,2	47,2	385	0,49
40	38,8	13,6	62,9	513	0,66
50	48,6	17,0	78,6	641	0,82
60	58,3	20,4	94,3	769	0,98
70	68,0	23,7	110,1	897	1,15
80	77,7	27,1	125,8	1026	1,31
90	87,4	30,5	141,5	1154	1,48
100	97,1	33,9	157,2	1282	1,64
110	106,8	37,3	173,0	1410	1,80
120	116,5	40,7	188,7	1538	1,97
	$p = 0,25$;	$r = 13,4$.			
30	29,0	10,6	47,3	402	0,54
40	38,7	14,1	63,1	536	0,72
50	48,4	17,7	78,9	670	0,90
60	58,1	21,2	94,7	804	1,08
70	67,8	24,8	110,5	938	1,26
80	77,4	28,3	126,3	1072	1,44
90	87,1	31,9	142,0	1206	1,62
100	96,8	35,4	157,8	1340	1,80
110	106,5	38,9	173,6	1474	1,98
120	116,2	42,5	189,4	1608	2,16
	$p = 0,26$;	$r = 14,0$.			
30	29,0	11,0	47,5	419	0,59
40	38,6	14,7	63,4	559	0,78
50	48,3	18,4	79,2	699	0,98
60	57,9	22,1	95,1	839	1,18
70	67,6	25,8	110,9	979	1,37
80	77,3	29,4	126,7	1118	1,57
90	86,9	33,1	142,6	1258	1,76
100	96,6	36,8	158,4	1398	1,96
110	106,3	40,5	174,3	1538	2,16
120	115,9	44,2	190,1	1678	2,35

0.	o'.	m.	M₁.	f.	.
	$p = 0,27$;	$r = 14,6$.			
30	28,9	11,5	47,7	437	0,64
40	38,5	15,3	63,6	582	0,85
50	48,1	19,1	79,5	728	1,06
60	57,8	22,9	95,4	874	1,27
70	67,4	26,7	111,3	1019	1,48
80	77,0	30,6	127,2	1165	1,70
90	86,7	34,4	143,1	1310	1,91
100	96,3	38,2	159,0	1456	2,12
110	105,9	42,0	174,9	1602	2,33
120	115,6	45,8	190,8	1747	2,54
	$p = 0,28$;	$r = 15,2$.			
30	28,8	11,9	47,9	455	0,69
40	38,4	15,8	63,8	606	0,92
50	48,0	19,8	79,8	758	1,15
60	57,6	23,8	95,8	909	1,38
70	67,2	27,7	111,7	1061	1,61
80	76,8	31,7	127,7	1212	1,84
90	86,4	35,6	143,6	1364	2,07
100	96,0	39,6	159,6	1515	2,30
110	105,6	43,6	175,5	1666	2,53
120	115,2	47,5	191,5	1818	2,76
	$p = 0,29$;	$r = 15,7$.			
30	28,7	12,3	48,1	472	0,74
40	38,3	16,4	64,1	630	0,99
50	47,9	20,5	80,1	787	1,24
60	57,4	24,6	96,1	944	1,49
70	67,0	28,7	112,1	1102	1,74
80	76,6	32,8	128,1	1259	1,98
90	86,1	36,9	144,2	1417	2,23
100	95,7	41,0	160,2	1574	2,48
110	105,3	45,1	176,2	1731	2,73
120	114,8	49,2	192,2	1889	2,98
	$p = 0,30$;	$r = 16,3$.			
30	28,6	12,7	48,2	490	0,80
40	38,2	17,0	64,3	653	1,06
50	47,7	21,2	80,4	817	1,33
60	57,2	25,5	96,5	980	1,60
70	66,8	29,7	112,5	1143	1,86
80	76,3	33,9	128,6	1306	2,13
90	85,9	38,2	144,7	1470	2,39
100	95,4	42,4	160,8	1633	2,66
110	104,9	46,6	176,8	1796	2,93
120	114,5	50,9	192,9	1960	3,19

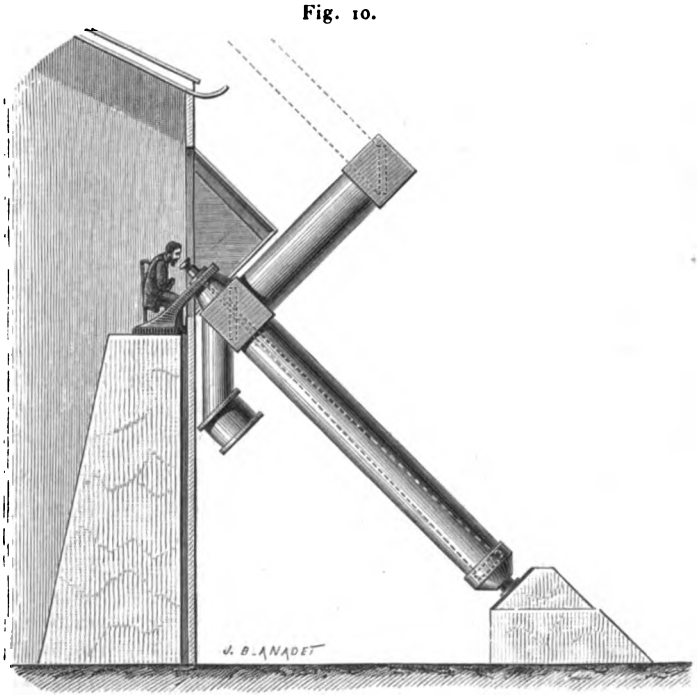
Digitized by Google

.	o'.	m.	M_1.	f.	δ.
	$p = 0,31$;	$r = 16,9$.			
30	28,5	13,2	48,4	508	0,86
40	38,0	17,5	64,5	677	1,14
50	47,5	21,9	80,7	847	1,43
60	57,0	26,3	96,8	1016	1,72
70	66,6	30,7	112,9	1185	2,00
80	76,1	35,1	129,1	1354	2,29
90	85,6	39,4	145,2	1524	2,57
100	95,1	43,8	161,3	1693	2,86
110	104,6	48,2	177,5	1862	3,15
120	114,1	52,6	193,6	2032	3,43
	$p = 0,32$;	$r = 17,5$.			
30	28,4	13,6	48,6	526	0,92
40	37,9	18,1	64,7	702	1,23
50	47,4	22,6	80,9	877	1,54
60	56,8	27,2	97,1	1052	1,85
70	66,3	31,7	113,3	1228	2,16

o.	o'.	m.	M_1.	f.	δ
	$p = 0,32$;	$r = 17,5$.			
80	75,8	36,2	129,5	1403	2,46
90	85,2	40,8	145,7	1579	2,77
100	94,7	45,3	161,9	1754	3,08
110	104,2	49,8	178,1	1929	3,39
120	113,7	54,4	194,2	2105	3,70
	$p = 0,33$;	$r = 18,2$.			
30	28,3	14,0	48,7	545	0,99
40	37,8	18,7	65,0	726	1,32
50	47,2	23,3	81,2	908	1,65
60	56,6	28,0	97,5	1089	1,98
70	66,1	32,7	113,7	1271	2,31
80	75,5	37,4	129,9	1452	2,64
90	85,0	42,0	146,2	1634	2,97
100	94,4	46,7	162,4	1815	3,30
110	103,8	51,4	178,7	1997	3,63
120	113,3	56,0	194,9	2178	3,96

En choisissant l'ouverture du réflecteur parabolique égale à $0^m,60$,

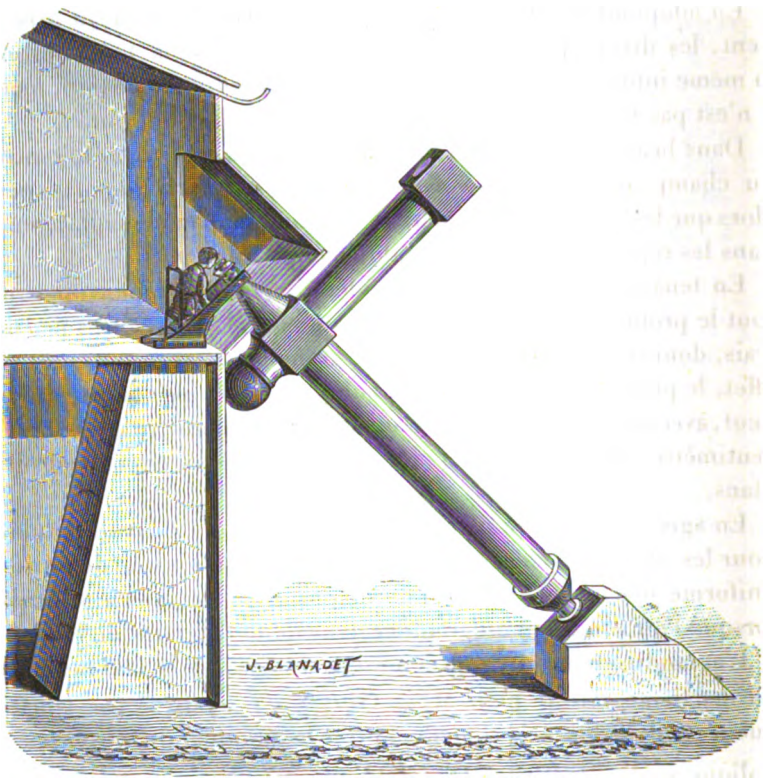
Fig. 10.



on trouve que les *fig.* 10 et 11 représentent les deux solutions

rationnelles du problème. Dans la *fig.* 10, p a été adopté égal à $\frac{1}{3}$; le dessin a été effectué au moyen des données page 286. La *fig.* 11 a été établie sur les éléments fournis par le premier Tableau, page 275. Dans ces deux cas, l'échelle adoptée a été le $\frac{1}{150}$. On peut donc, par la comparaison des deux figures, se rendre compte de la différence des deux systèmes. Optiquement la première solution est

Fig. 11.



préférable; les parties diaphragmées sont en effet plus petites, p étant égal à $\frac{1}{3}$, et $\frac{m}{M_2}$ égal à 0,22; dans la *fig.* 11, au contraire, ces éléments atteignent 0,33 et 0,29; mais, au point de vue mécanique, la seconde présente de plus grandes facilités d'exécution,

Digitized by Google

la longueur de δ étant ici de 2^m, tandis que dans la première disposition elle n'est que de $1^m,08$.

Si l'on veut limiter l'emploi du télescope à l'exploration simultanée d'une petite partie de l'espace seulement, la construction du télescope coudé devient, dans les deux cas, beaucoup plus facile. En adoptant $s = 15'$, il en résulterait, au double point de vue optique et mécanique, une simplification notable. Quoi qu'il en soit, on peut, au moyen des formules données, calculer toutes les combinaisons intermédiaires.

En adoptant les dimensions renfermées dans le Tableau précédent, les divers points de l'image du Soleil et de la Lune auront la même intensité lumineuse dans toute l'étendue du champ, mais il n'est pas toujours nécessaire de réaliser cette condition.

Dans beaucoup de recherches, il suffit d'observer dans le centre du champ ou dans son voisinage immédiat, et il importe peu alors que les faisceaux lumineux se trouvent en partie diaphragmés dans les régions plus éloignées du champ.

En tenant compte de ces considérations, afin de pouvoir tirer tout le profit possible du système donné, on peut, avec très peu de frais, donner au télescope une plus grande puissance optique; en effet, le prix des réflecteurs paraboliques est si peu élevé qu'on peut, avec une somme minime, augmenter son diamètre de quelques centimètres, tout en conservant intacts les deux grands miroirs plans.

En agissant ainsi, on disposera d'un plus grand pouvoir optique pour les observations centrales; mais, pour obtenir une définition uniforme des images, il faudrait diaphragmer le miroir concave lorsque l'on voudra photographier dans toute l'étendue du champ.

L'agrandissement du réflecteur est subordonné à la dimension du deuxième miroir plan $M_2 = O(p + \sqrt{1-p})\sqrt{2}$; par conséquent on pourrait, à la rigueur, porter la grandeur du miroir parabolique au diamètre $G = O + \frac{p}{2}O$.

$G\frac{\delta}{f}$ étant plus petit que $\frac{m}{\sqrt{2}}$, le faisceau lumineux ainsi obtenu n'éprouvera aucune difficulté à traverser l'orifice central m_2 du miroir plan.

En résumé, on constate que, pour éviter l'édification des coupoles monumentales et pour donner à l'observateur toutes les commo-

Digitized by Google

dités et toutes les facilités désirables dans l'exécution de son travail, il suffit d'ajouter à l'instrument un seul miroir supplémentaire.

En basant ainsi la construction sur les principes théoriques qui viennent d'être développés, et en tenant compte des règles nouvelles que nous allons exposer pour l'exécution optique et mécanique du télescope, on obtiendra un instrument d'une très haute valeur et qui est appelé à rendre les services les plus considérables à la science astronomique.

Il nous reste donc à faire connaître d'abord les causes qui ont entravé le succès du télescope, ensuite les conditions nouvelles dans lesquelles il convient de confectionner cet appareil et finalement de rechercher la valeur comparative de ce nouveau système par rapport aux équatoriaux en usage.

Malgré la supériorité que, théoriquement, le télescope devrait avoir sur la lunette, il a été reconnu au contraire qu'il lui est resté pratiquement inférieur, et l'adjonction d'une surface réfléchissante supplémentaire n'est certainement pas de nature à atténuer cette imperfection. S'il en était ainsi, on se trouverait en présence d'une difficulté capitale; mais heureusement la Science a fait de rapides progrès et les véritables causes qui rendaient défectueuses autrefois l'usage du télescope sont parfaitement connues et peuvent être écartées, et il devient possible aujourd'hui de tirer parti de toutes les qualités intrinsèques du télescope.

Les difficultés rencontrées dans l'emploi de cet instrument sont les suivantes :

1° Le tube du télescope établit entre les couches extérieures de l'atmosphère et les couches intérieures une sorte de séparation qui en détruit, dans une certaine mesure, l'homogénéité au point de vue de la densité. L'équilibre absolu de la température est très difficile à maintenir, et la moindre perturbation sous ce rapport produit dans l'intérieur du tube une espèce de tourbillonnement qui trouble la stabilité des images. Les expériences de MM. Henry, publiées dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* en 1879, sont sur ce point très concluantes; elles font nettement ressortir l'existence de cette cause particulière de dégradation des images.

2° Le miroir se trouvant exposé à l'air est rapidement altéré sous l'influence de la poussière et de l'humidité; les émanations

Digitized by Google

sulfureuses qui existent dans l'atmosphère en font disparaître et quelquefois même assez rapidement le poli : il se produit également, surtout aux époques du dégel, des fissures, des crevasses et des boursouflures qui enlèvent au miroir une partie de son pouvoir réfléchissant.

3° Une des causes principales est celle que j'ai signalée, il y a déjà plusieurs années, dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*. Dans un ordre d'idées préconçues, pour établir rapidement l'équilibre de la température entre les deux faces du miroir, on croyait ne devoir donner à ces appareils qu'une très faible épaisseur ; or il arrive dans ces conditions que le miroir se déforme par la flexion, sous l'influence de son propre poids, quand la lunette passe d'une position à une autre.

En outre, la faible épaisseur adoptée pour le verre fait que la moindre pression exercée par le barillet, par suite d'une cause accidentelle, telle que les dilatations, déforme sensiblement le miroir.

Mes expériences m'ont démontré que, pour prévenir dans un miroir toute déformation causée par la flexion ou un léger serrage, il faut que l'épaisseur du verre soit 0,18 du diamètre pour des miroirs de faibles dimensions ; mais, pour de plus grands miroirs, ce rapport peut être modifié et devenir $\frac{1}{6}$ ou même $\frac{1}{7}$. MM. Henry sont également arrivés par des expériences différentes aux mêmes conclusions.

4° Pour rendre le télescope plus maniable, on a établi un très faible rapport entre le diamètre du réflecteur et la distance focale ; il en résulte un inconvénient très sérieux dans l'emploi de cet instrument : le moindre décentrage provoque une cylindricité dans les images.

5° Afin de ne pas donner au petit miroir de trop grandes dimensions, on s'est servi d'un appareil optique auxiliaire, désigné sous le nom de *véhicule,* dont la présence est nuisible à un double point de vue : ce sont d'abord plusieurs surfaces optiques qui interviennent dans la constitution des images et qui ne peuvent que provoquer une déformation légère, et, d'un autre côté, le décentrage le plus faible donne lieu aux mêmes effets de cylindricité indiqués plus haut.

6° On n'avait pas dans le passé atteint dans la construction des miroirs plans la perfection que l'on peut obtenir de nos jours ;

Digitized by Google

grâce aux moyens de vérification imaginés par MM. Henry, la confection de ces miroirs peut être exécutée dans des conditions de précision telles qu'il serait possible de reconnaître et de corriger une erreur de planimétrie dont le rayon de courbure serait même supérieur au rayon terrestre. L'ensemble d'études effectuées dans le but de pouvoir reconnaître la nature des diverses anomalies qui se révélaient dans la pratique du télescope a permis naturellement de trouver le moyen de les faire disparaître. Pour arriver à ce résultat, il faut :

En premier lieu, donner au miroir une épaisseur convenable.

En second lieu, employer le remède proposé par MM. Henry et qui consiste dans la fermeture du télescope au moyen d'une lentille plane et parallèle. La confection de ces surfaces auxiliaires ne présente pas d'ailleurs les mêmes difficultés que l'on rencontre dans les constructions ordinaires : on peut se servir d'un disque de verre assez mince.

Non seulement on évite ainsi l'altération des images provenant du défaut d'homogénéité parfaite des couches intérieures et extérieures; mais, en outre, on soustrait le miroir aux influences de l'air et on le rend ainsi presque inaltérable.

Je puis sous ce dernier rapport invoquer une expérience concluante : le miroir introduit dans l'équatorial coudé était en place depuis plus de deux ans déjà; en le retirant après ce laps de temps, je l'ai retrouvé aussi brillant qu'au moment de sa confection. On pourrait certainement conserver ainsi des miroirs une dizaine d'années, et même davantage, en leur donnant simplement, tous les deux ans peut-être, un léger coup de tampon pour leur rendre leur poli et leur brillant.

En troisième lieu, il faut adopter une valeur numérique plus forte pour le rapport entre la distance focale et l'ouverture, et écarter en outre l'emploi du véhicule.

Par l'application de ces diverses prescriptions, on arrivera à rétablir l'harmonie entre la théorie et la pratique et à rendre le télescope optiquement supérieur aux réfracteurs.

Je vais maintenant, en terminant, comparer l'équatorial ordinaire et le télescope coudé construit au point de vue optique dans les conditions que je viens d'exposer :

1° L'objectif de l'équatorial ordinaire contient quatre surfaces,

Digitized by Google

et le rayon lumineux, avant d'arriver à l'œil de l'observateur, subit quatre réflexions et deux absorptions. La décomposition de la lumière provoque aussi un affaiblissement dans l'intensité lumineuse. Les rayons formant le spectre secondaire ne sont pas seulement perdus pour la constitution de l'image, mais ils contribuent même à diminuer son éclat. En traversant le crown et le flint, dont l'homogénéité ne peut pas toujours être obtenue d'une manière complète, la lumière se trouve, en outre, exposée à une légère altération. Dans le télescope coudé, fermé par une lentille, les rayons lumineux sont soumis à une absorption et à cinq réflexions, dont trois proviennent des miroirs argentés et deux de la lentille : la quantité de lumière perdue sera donc à peu de chose près, la même dans les deux systèmes.

2° Un changement de courbure, provoqué par une cause quelconque, la chaleur par exemple, produirait théoriquement, sur les surfaces réfléchissantes, un déplacement du foyer beaucoup plus considérable que dans les objectifs; mais, d'un autre côté, l'action de la température n'exerce pas uniformément, comme on le croit, son influence sur les diverses surfaces de l'objectif, en établissant une sorte de compensation pour le foyer; cet agent, au contraire, n'agit que localement sur une région déterminée sur l'une ou l'autre des quatre surfaces de l'objectif, en produisant soit une élévation, soit un creux.

Il en résulte non seulement une déformation de l'une des surfaces, mais encore un changement de densité des milieux que doit traverser le rayon lumineux. Cette influence sera donc autant à redouter pour les objectifs que pour les réflecteurs.

3° Dans le télescope coudé fermé, il existe une cinquième surface optique qui peut donner lieu à une nouvelle altération de l'image; mais, par contre, le réfracteur renferme une cause d'imperfection très grave qui lui est propre et qui réside dans la réfrangibilité des rayons lumineux et l'impuissance dans laquelle on se trouve de reconstituer d'une manière parfaite les rayons décomposés. Le défaut d'achromatisme devient d'autant plus grave que la surface acquiert de plus grandes dimensions, et il est alors infiniment plus préjudiciable que l'inconvénient résultant de l'adjonction d'une surface réfléchissante supplémentaire.

Il convient, en dernier lieu, d'examiner le système à un dernier

Digitized by Google

point de vue, point de vue, il est vrai, purement matériel, mais qui, dans la réalité, possède une importance capitale. Il s'agit de la question financière, mais, heureusement, elle n'offre ici aucune difficulté sérieuse.

L'ensemble optique formé des deux miroirs plans, du réflecteur parabolique et de la lentille coûte moins cher qu'un objectif d'un diamètre égal à celui du réflecteur concave.

Pour ce qui concerne ensuite la mécanique, l'exécution du télescope coudé étant beaucoup plus facile, la dépense sera également inférieure à celle de l'équatorial, et en résumé, tout compte fait, les frais pour le système nouveau ne s'élèveront qu'à peu près aux $\frac{4}{5}$ du prix d'un équatorial ordinaire de même ouverture.

Cette comparaison montre donc que, en considérant exclusivement les conditions optiques, la balance penche d'une manière décisive en faveur du télescope coudé; et *a fortiori,* si l'on envisage la construction de cet instrument à tous les autres points de vue, les raisons les plus diverses et les plus importantes militent en sa faveur. En effet, au point de vue astronomique, avec cet appareil d'une stabilité parfaite, et qui n'existe pas dans l'équatorial ordinaire, on peut se livrer, dans les conditions les plus favorables, à toutes les recherches de précision, aussi bien qu'aux études spectroscopiques et photographiques. En épargnant en outre à l'observateur une fatigue morale et physique souvent très intense, on lui permet de tripler son activité scientifique.

Enfin au point de vue matériel on réalise l'économie la plus considérable; on évite l'installation des coupoles monumentales et des pavillons d'observation si coûteux, dont les dépenses excèdent souvent de plus du double celles réclamées pour la construction de l'instrument lui-même.

NOTE SUR LES NÉBULEUSES DÉCOUVERTES A L'OBSERVATOIRE DE MARSEILLE;

PAR M. STEPHAN.

Les recherches de M. Stephan sur les nébuleuses ont toutes été exécutées avec le télescope Foucault de $0^m,80$ d'ouverture; les premières remontent à l'année 1866, époque où M. Stephan fut détaché de l'Observatoire de Paris à celui de Marseille; mais c'est

Digitized by Google

surtout à partir du commencement de 1869 qu'elles sont devenues très actives.

Le travail comprend deux parties : 1° l'exploration du ciel ayant pour but de découvrir les nébuleuses non encore signalées ; 2° l'observation précise des astres nouveaux dans le double but d'en donner la position exacte sur la sphère céleste et une description assez complète, quoique sommaire.

Pour l'exploration, le télescope est placé dans le méridien et l'observateur balaye le ciel du Nord au Sud. Les nébuleuses sont donc rencontrées quand leur lumière éprouve le minimum d'amoindrissement par l'absorption atmosphérique, avantage capital, car la presque totalité des nébuleuses qui restent à découvrir n'ont échappé aux explorations antérieures qu'à cause de leur faiblesse d'éclat.

Il est vrai qu'en opérant de cette manière on est exposé à repasser sur des régions du ciel déjà examinées dans des nuits précédentes ; mais cette répétition n'est pas sans utilité ; car il est impossible qu'à chaque balayage on ne laisse échapper des nébuleuses, soit à cause du temps perdu pour la lecture des cercles de calage, soit à cause de l'état du ciel, soit par suite d'une fatigue de l'œil.

Dans cette première partie du travail, le télescope n'est armé que du plus faible oculaire sans aucun fil et la position des astres rencontrés n'est relevée qu'avec une approximation suffisante pour les retrouver plus tard.

Les nébuleuses reconnues nouvelles sont ensuite reprises avec un micromètre à fils fins. Chacune d'elles est alors comparée soigneusement, en ascension droite et en distance polaire, à une étoile voisine, ainsi que cela est pratiqué pour les observations précises de comètes et de planètes.

Le nombre des nébuleuses ainsi observées, avec précision, par M. Stephan et publiées dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, s'élève à 420. Une centaine d'autres seront données très prochainement dans le même recueil.

M. Stephan possède encore en portefeuille 200 à 300 nébuleuses au moins, dont l'observation précise sera poursuivie aussi activement que possible avec les recherches exploratives ultérieures : on peut donc porter à 700 ou 800 le nombre total des nébuleuses qu'il a découvertes.

Digitized by Google

Pour apprécier la somme de travail représentée par ce résultat, il faut tenir compte de cette circonstance signalée plus haut que l'observateur est amené à repasser plusieurs fois sur les mêmes régions du ciel. En comptant une nébuleuse nouvelle sur dix rencontrées, proportion qui est probablement trop forte, il n'y a pas exagération à dire que M. Stephan a observé plus de 6000 nébuleuses.

On sait que les nébuleuses ne sont pas réparties uniformément sur la voûte céleste et qu'un grand nombre d'entre elles sont réunies en groupes d'individus plus ou moins nombreux et plus ou moins rapprochés. Cette disposition est déjà très clairement manifestée par le travail de M. Stephan : sur les 420 nébuleuses publiées aux *Comptes rendus*, 171 appartiennent à 65 groupes et, parmi les autres, il s'en trouve qui forment groupement avec des nébuleuses des Catalogues de J.-F.-W. Herschel et de Dreyer.

La plupart des nébuleuses de M. Stephan étant fort petites, leurs positions peuvent être déterminées d'une manière très exacte; les astronomes de l'avenir y trouveront donc des matériaux utiles pour étudier les mouvements propres de ces corps célestes. Il ne faut pas demander au travail de M. Stephan des indications sur cette question qu'on n'a point encore abordée. Jusqu'ici, il n'a eu en vue que les astres nouveaux ; c'est seulement par exception qu'il s'est arrêté sur des nébuleuses déjà cataloguées, lorsque rencontrant ces astres dans ses explorations, leurs positions données par le Catalogue ont présenté des désaccords manifestes avec le ciel. C'est ainsi que M. Stephan a rectifié les positions de quatre des nébuleuses du Catalogue de J. Herschel. Voici le tableau comparatif des positions anciennes et récentes rapportées à l'équinoxe moyen de 1860 :

	AR	P	
	h m s	° ′ ″	
J. H. n° 78.....	0.28.32,5	99.32. 4,3	Faible; large; modérément étendue; entre deux étoiles très brillantes.
Steph.....	0.28.40,1	99. 9.50,9	Assez faible; étendue; irrégulièrement ovoïde; grand diamètre (N.-E. à S.-W.) = 2′ environ; petit diamètre = 1′,5; barbelée sur les bords; une très petite étoile s'y projette excentriquement au S.-E.; pas de condensation.

Digitized by Google

	Æ	P	
	h m s	° ′ ″	
J. H. n° 1665...	8.24.48,6	59.59.13,9	Très faible; modérément large; ronde; un peu brillante au milieu; résoluble; voisine de deux étoiles.
Steph.....	8.24.46,2	59.58.29,1	Excessivement faible; assez étendue; irrégulièrement arrondie; diamètre = 1′ environ; une trace de condensation excentrique.
J. H. n° 4266...	16.55.22,1	66.46.39,3	Très faible; stellaire.
Steph.....	16.54.57,6	66.46.50,7	Petit noyau assez brillant entouré d'une très faible nébulosité.
J. H. n° 4972...	23.21.36,7	58.25. 6,3	Très faible; petite; ronde; un peu brillante au milieu; résoluble.
Steph.....	23.21.42,8	58.21.17,5	Faible; très petite; ronde; condensation centrale et petit point brillant central.

Des observations ultérieures montreront si les écarts que présente ce Tableau résultent d'erreurs matérielles ou de déplacements réels des nébuleuses.

En revoyant ses nébuleuses nouvelles, à quelques années d'intervalle, M Stephan n'a noté qu'un très petit nombre de changements d'aspect. Voici les trois cas les plus saillants (les positions sont rapportées à l'équinoxe moyen de 1880,0) :

(1) $Æ = 2^h 29^m 14^s,81, \quad P = 99° 52' 30'',4.$

C'est l'étoile, de 7e grandeur, 4811 Lalande. — Le 6 décembre 1879, cette étoile paraît enveloppée d'une nébulosité faible, ronde, avec une trace d'extension très faible vers le S.-E ; tandis que, le 29 novembre 1875, la nébulosité a été indiquée comme étendue de E. à W.

(2) $Æ = 14^h 24^m 1^s,19, \quad P = 60° 38' 25'',5.$

La description du 4 juin 1880 porte : « Passablement brillante; assez petite; arrondie; un peu ovale de S.-W. à N.-E.; noyau brillant ; semble résoluble ».

La description du 15 mai 1877, portait : « Excessivement petite et faible ». Cependant, le 4 juin 1880, l'état du ciel était très médiocre.

(3) $Æ = 23^h 14^m 6^s,12, \quad P = 47° 48' 11'',9.$

Digitized by Google

Le 8 octobre 1879, la nébuleuse paraît faible; petite, ronde; condensée graduellement vers le centre. — La première description disait stellaire.

Si les nébuleuses éprouvent effectivement des modifications graduelles dans leur aspect, ces changements doivent être insensibles pour un intervalle de quelques années; mais il n'est pas impossible qu'il ne survienne des changements brusques.

Les étoiles nébuleuses proprement dites présentent un intérêt tout spécial. Les plus remarquables de celles qu'a rencontrées M. Stephan sont 4811 Lal. Bal., qui figure déjà au Tableau précédent et 4004 B. D. + 41°; mais il en a rencontré plusieurs autres. Voici les positions des principales, pour 1880,0 :

Æ (h m s)	P (° ′ ″)	
2. 8. 0,48	59.46.52.8	Noyau de 13e grandeur enveloppé par une très faible nébulosité.
2.29.14,81	99.52.30,4	✶ 4811 Lalande (*voir* descr. suprà).
2.58.23,04	48.37. 6,6	Noyau de 11e grandeur légèrement nébuleux.
5.57.49,74	99.43.46,4	✶ 12e entourée d'une très légère nébulosité.
7.48.37,43	49.45.23,7	Très petite ✶ entourée d'une nébulosité excessivement faible et petite.
11.35.12,09	64.31.51,5	Très petite ✶ entourée d'une nébulosité très petite et très faible.
15.24. 6,13	46.38.17,3	✶ 13e-14e, légèrement nébuleuse.
15.44. 4,29	70.35.57,7	Très petite ✶ enveloppée d'une très petite et très faible nébulosité.
16. 9.58,66	54.35.16,6	✶ nébuleuse de 13e grandeur.
21. 2.32,68	48.14.49,3	✶ 4004 B. D. + 41°. Jolie nébuleuse planétaire bleue, irrégulièrement ronde, très petite. L'étoile est classée comme de 7e grandeur.

On n'a marqué dans ce Tableau que les objets qui peuvent être franchement classés comme étoiles nébuleuses; mais il y a un très grand nombre de cas où la nébuleuse est signalée comme très petite, ronde, avec condensation centrale graduelle et noyau brillant central.

Les nébuleuses de M. Stephan présentent deux cas de double noyau.

Digitized by Google

SUR UNE INÉGALITÉ LUNAIRE A LONGUE PÉRIODE;

PAR M. GOGOU, PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE BUCHAREST.

D'après une déclaration faite récemment par M. Airy, les meilleures observations méridiennes de la Lune, étant comparées à la théorie, laissent des différences variant de $-6'',8$ à $+5'',0$. Ces différences pourraient s'expliquer par l'existence, dans la longitude moyenne de la Lune, d'une ou plusieurs inégalités à longue période; mais, comme de pareilles inégalités ne peuvent pas provenir de l'action du Soleil, l'attention des astronomes s'est portée, dans ces dernières années, sur les inégalités à longues périodes, qui pourraient être produites par les planètes. M. Neison a annoncé en particulier l'existence d'une inégalité très sensible ayant pour argument *la longitude moyenne de la Lune, moins* 24 *fois celle de la Terre, plus* 20 *fois celle de Mars;* elle serait due à l'action de Mars, pourrait s'élever, dans son maximum, à $7'',55$, et aurait une période d'environ 406 ans (*Monthly Notices*, vol. XXXVIII, p. 49-53). Si l'on introduisait une telle inégalité dans la longitude moyenne de la Lune, les différences qui existent entre la théorie et les observations seraient sensiblement atténuées.

Dans un Mémoire ayant pour titre : *Sur une inégalité lunaire à longue période, due à l'action perturbatrice de Mars, et dépendant de l'argument* $\varpi + l - 24\,l' + 20\,l''$, que j'ai présenté en 1882 à la Faculté des Sciences de Paris, pour obtenir le grade de docteur ès sciences mathématiques, et qui a paru dans le tome XVII des *Annales de l'Observatoire de Paris*, j'ai montré l'insuffisance du calcul de M. Neison; j'ai calculé de nouveau l'inégalité en question, en tenant compte de beaucoup de termes qu'il avait négligés comme insensibles, et en faisant également intervenir l'inclinaison de l'orbite de Mars sur l'écliptique, ce que n'avait pas fait M. Neison; enfin j'ai poussé plus loin tous les développements. La conclusion à laquelle je suis arrivé a été que le coefficient de l'inégalité en question est absolument insensible.

L'énorme différence qui existe entre mon résultat et celui de M. Neison provient des trois causes suivantes :

1° M. Neison a regardé les éléments de l'orbite de la Lune comme constants.

Digitized by Google

2° Dans le développement des quantités qui multiplient les coefficients $\left(B_{\frac{7}{2}}\right)^{i}_{i+k}$, il a omis de calculer les termes du deuxième et du troisième ordre, par rapport aux excentricités de Mars et de la Terre; et, dans celles qui multiplient les coefficients $\left(B_{\frac{5}{2}}\right)^{i}_{i+k}$, il a complètement négligé les excentricités.

3° Enfin, son calcul est entaché de certaines erreurs, qui modifient beaucoup le résultat final.

Quant à la première cause, j'ai montré, dans mon Mémoire, qu'elle n'a presque pas d'influence sur la valeur numérique du résultat final. Il n'en est pas de même pour les deux autres.

Si l'on désigne par Δ la distance géocentrique de Mars, savoir

$$\Delta = \sqrt{r'''^2 + r''^2 - 2r''r'''\cos(v'' - v''')},$$

et si l'on néglige les inclinaisons des orbites, on a, pour la fonction perturbatrice R''', qui provient de l'action directe de Mars sur la Lune, l'expression suivante :

$$\begin{aligned} R''' = m'''r^3 \Bigg\{ & \left(\frac{15}{8}\frac{r'''^3 + 2r'''r''^2}{\Delta^7} - \frac{3}{2}\frac{r'''}{\Delta^5}\right)\cos(v - v''') \\ & - \left(\frac{15}{8}\frac{r''^3 + 2r''r'''^2}{\Delta^7} - \frac{3}{2}\frac{r''}{\Delta^5}\right)\cos(v - v'') \\ & + \frac{15}{8}\frac{r''r'''}{\Delta^7}\left[r''\cos(v - 2v'' + v''') - r'''\cos(v - 2v''' + v'')\right] + \ldots \Bigg\}. \end{aligned}$$

On n'a retenu que les termes dépendant du premier multiple de v. Les notations sont celles de Le Verrier, et elles ont été adoptées par M. Neison dans sa Notice.

Si, en partant des formules du mouvement elliptique, on pousse le développement jusqu'aux termes du troisième ordre par rapport aux excentricités de Mars et de la Terre, et que l'on conserve seulement les termes qui peuvent, par leur argument, contribuer à la formation de l'inégalité qui nous occupe, on trouve, après la mise en nombres,

$$R''' = m'''\frac{a^3}{a''a'''^3}\left[(R) + (R_1)\right],$$

avec

$$\begin{aligned} (R) = \; & 0{,}12\; e'''^3\cos[(n - 24n'' + 20n''')t + \varepsilon - 24\varepsilon'' + 20\varepsilon''' + 3\varpi'''] \\ & - 0{,}63\, e''\, e'''^2\cos[(n - 24n'' + 20n''')t + \varepsilon - 24\varepsilon'' + 20\varepsilon''' + \varpi'' + 2\varpi'''] \\ & + 1{,}07\, e''^2 e'''\cos[(n - 24n'' + 20n''')t + \varepsilon - 24\varepsilon'' + 20\varepsilon''' + 2\varpi'' + \varpi'''] \\ & - 0{,}54\, e''^3\cos[(n - 24n'' + 20n''')t + \varepsilon - 24\varepsilon'' + 20\varepsilon''' + 3\varpi''], \end{aligned}$$

Digitized by Google

$$
\begin{aligned}
(R_1) = & -0,1277 \quad e'''^3 \cos[(n-24n''+20n''')t+\varepsilon-24\varepsilon''+20\varepsilon'''+3\varpi'''] \\
& +0,7120 e''e'''^2 \cos[(n-24n''+20n''')t+\varepsilon-24\varepsilon''+20\varepsilon'''+\varpi''+2\varpi'''] \\
& -1,2315 e''^2 e''' \cos[(n-24n''+20n''')t+\varepsilon-24\varepsilon''+20\varepsilon'''+2\varpi''+\varpi'''] \\
& +0,6625 \quad e''^3 \cos[(n-24n''+20n''')t+\varepsilon-24\varepsilon''+20\varepsilon'''+3\varpi''].
\end{aligned}
$$

La partie (R_1) est celle qui provient des termes négligés, comme insensibles, par M. Neison; savoir, des termes du deuxième et du troisième ordre par rapport aux excentricités, qui entrent dans le développement des quantités qui multiplient les coefficients $\left(B_{\frac{7}{2}}\right)^i_{i+k}$, et des termes dépendant des excentricités, qui entrent dans le développement des quantités qui multiplient les coefficients $\left(B_{\frac{5}{2}}\right)^i_{i+k}$. La partie (R) seule a été calculée par M. Neison; mais les valeurs trouvées par lui pour les coefficients des différents termes qui entrent dans cette portion sont affectées de plusieurs erreurs qui les changent complètement.

La comparaison des valeurs des deux parties (R) et (R_1), qui entrent dans la composition de la fonction perturbatrice R''', montre qu'elles se détruisent presque mutuellement. En introduisant ces valeurs dans l'expression de R''', on a finalement

$$
\begin{aligned}
R''' = m''' \frac{a^3}{a''a'''^2} \Big\{ & -0,01 \quad e'''^3 \cos[(n-24n''+20n''')t+\varepsilon-24\varepsilon''+20\varepsilon'''+3\varpi'''] \\
& +0,08 e''e'''^2 \cos[(n-24n''+20n''')t+\varepsilon-24\varepsilon''+20\varepsilon'''+\varpi''+2\varpi'''] \\
& -0,16 e''^2 e''' \cos[(n-24n''+20n''')t+\varepsilon-24\varepsilon''+20\varepsilon'''+2\varpi''+\varpi'''] \\
& +0,12 \quad e''^3 \cos[(n-24n''+20n''')t+\varepsilon-24\varepsilon''+20\varepsilon'''+3\varpi''] \Big\},
\end{aligned}
$$

résultat qui s'accorde parfaitement avec celui que j'ai déjà publié.

OBSERVATIONS DES PHÉNOMÈNES DES SATELLITES DE JUPITER,

FAITES A DRESDE PAR M. D'ENGELHARDT.

Mois et jours.		Phénomènes observés.	T. sid. de Dresde.
		ANNÉE 1881.	
DÉC. 31.	II Ec. R.	1re app.	5.25. 7,5 (1).
		ANNÉE 1882.	
JANV. 14.	II Oc. D.	Disp.	6.32. 1,4 (2).
14.	III Tr. I.	1er contact.	6.36.34,4 (3).

(1) Im. agitées. Obs. assez bonne.
(2) Obs. médiocre.
(3) Le disque paraît échancré à l'endroit où le satellite est entré.

Digitized by Google

Mois et jours.			Phénomènes observés.	T. sid. de Dresde.	
			Année 1882.		
				h m s	
Janv.	14.	III Tr. I.	2e contact	7. 0.36,4	(1).
	14.	I Tr. I.	1er contact.	6.49.12,4	
	14.	»	2e contact.	6.55.57,4	
	15.	I Oc. D.	1er contact.	4. 5.34,3	(2).
	15.	»	Disp.	4.10. 3,3	
	15.	I Ec. R.	1re app.	7.34.21,3	(3).
	17.	I Ec. R.	1re app.	2.10.30,0	(4).
	17.	»	Éclat normal.	2.14.19,0	
Fév.	1.	II Ec. R.	1re app.	7.12.32,5	(5).
	1.	»	Éclat normal.	7.20.35,5	
	1.	III Oc. D.	1er contact.	7.35. 5,5	(6).
Mars	10.	I Tr. I.	1er contact.	7.21.13,0	(7).
	10.	»	2e contact.	7.28.30,0	
	12.	II Oc. D.	1er contact.	7. 3.44,5	(8).
			Année 1884.		
Fév.	8.	I Oc. D.	1er contact.	5.30.48,7	(9).
	8.	»	2e contact.	5.34. 5,4	
	8.	IV Sh. E.	1er contact.	8. 6.40,5	(10).
	8.	»	Disp.	8.14.22,5	
	8.	I Ec. R.	1re app.	8.19.24,7	(11).
	8.	»	Éclat normal.	8.20.47,5	
	12.	II Tr. I.	1er contact.	4.49.16,3	(12).
	12.	»	2e contact.	4.56.21,6	
	12.	»	Le sat. est sur le disque.	4.58.20,8	
	12.	II Sh. I.	L'ombre paraît être sur le disque.	6. 5.25,0	(13).
	12.	»	Ombre décidément sur le disque.	6. 6. 9,9	

(1) L'éclat des sat. I et III est supérieur à celui du disque de Jupiter.
(2) Im. bonnes.
(3) Im. médiocres. Vent. L'obs. est bonne.
(4) Obs. bonnes.
(5) Im. agitées. Obs. bonne.
(6) Les im. sont très agitées; disque mal défini. Obs. peu sûre.
(7) Im. agitées; disque mal défini.
(8) Le 1er contact a été observé probablement trop tard. La disp. n'a pu être observée parce que les im. étaient très mauvaises.
(9) Le 2e contact a été mieux observé que le 1er. Im. agitées.
(10) Im. excessivement mauvaises.
(11) Obs. bonnes. Le *Nautical Almanac* place I Ec. R. avant IV Sh. E. D'après mon observation, le contraire a eu lieu.
(12) Im. ondulantes. Le sat. se voit bien sur le disque.
(13) Obs. médiocres.

Digitized by Google

Mois et jours.			Phénomènes observés.	T. sid de Dresde.	
			Année 1884.	h m s	
Fév.	12.	II Tr. E.	1er contact.	7.43.20,3	(1).
	12.	»	2e contact.	7.48.44,0	
	12.	»	Le sat. est hors du disque.	7.50.25,0	
	15.	I Oc. D.	1er contact.	7.42.50,8	(2).
	15.	»	Disp.	7.47.30,3	
	16.	I Tr. E.	2e contact.	7.28.57,3	(3).
	16.	»	Le sat. est hors du disque.	7.30.25,8	
	17.	I Ec. R.	1re app.	5.17.19,8	(4).
	17.	»	Éclat normal.	5.19.39,9	
	19.	II Tr. I.	1er contact.	7.34.12,6	(5).
	19.	»	Un tiers du sat. est sur le disque.	7.36.37,6	
	19.	»	2e contact.	7.42.34,6	
	20.	III Tr. I.	1er contact.	6.16.45,6	(6).
	20.	»	Le sat. est entièrem. sur le disque.	6.26.12,6	
	24.	I Ec. R.	1re app.	7.40. 7,8	(7).
	24.	»	Éclat normal.	7.43.52,8	
Mars	17.	I Sh. I.	1er contact.	9.55.57,1	(8).
	17.	»	L'ombre entièrem. sur le disque.	9.58.10,1	
	17.	I Tr. E.	1er contact.	11. 1.57,1	(9).
	17.	»	Le sat. est en partie hors du disque.	11. 2.49,1	
	17.	»	2e contact.	11. 6. 0,1	
	17.	»	Le sat. est hors du disque.	11. 7.51,1	
	18.	I Ec. R.	1re app.	9.25. 5,1	(10).
	18.	»	Éclat normal.	9.28. 0,0	
	21.	IV Ec. R.	1re app.	9.12.21,7	(11).
	21.	»	L'éclat n'augmente plus.	9.20	

(1) Obs. médiocres.

(2) Observation faite à travers les nuages. La disp. complète a peut-être été notée un peu trop tôt.

(3) Im. un peu agitées. Obs. assez bonnes.

(4) Obs. assez bonnes.

(5) Vent violent. Im. très mauvaises. Obs. peu sûres.

(6) Im. très ondulantes. La dernière obs. est plus sûre que la première.

(7) Obs. bonnes.

(8) Le 1er contact a été noté un peu trop tard. L'ombre du sat. ne se voit pas sur le disque.

(9) Im. mauvaises. Le sat. ne se voit que difficilement sur le disque. Le 2e contact a peut-être été observé un peu trop tôt.

(10) Obs. assez bonnes.

(11) Observation faite à travers des nuages. L'éclat du sat. a augmenté pendant très longtemps.

Digitized by Google

Mois et jours.		Phénomènes observés.	T. sid. de Dresde.	
		Année 1884.		
			h m s	
Mars 31.	I Tr. I.	1er contact.	13.25. 2,7	(1).
31.	»	2e contact.	13.31.11,7	
Avril 1.	I Oc. D.	1er contact.	10.35. 6,4	(2).
1.	»	Disp.	10.39.39,5	
2.	I Tr. E.	1er contact.	10.15.57,7	
2.	»	Le sat. est en partie hors du disque.	10.17.44,7	
2.	»	2e contact.	10.20.45,7	(3).
2.	»	Sat. entièrement hors du disque.	10.22.25,7	
2.	I Sh. E.	L'ombre n'est plus sur le disque.	11.34.36	
Mai 17.	I Oc. D.	1er contact.	14. 8.19,8	(4).
17.	»	Disp.	14.14.55,8	

Ces observations ont été faites par moi avec l'équatorial de 12 pouces anglais de mon observatoire privé, à Dresde. Les grossissements employés étaient de 170 ou 230 fois, selon l'état de l'atmosphère, ordinairement fort peu favorable à Dresde. Le temps était noté au moyen d'un chronomètre de poche muni d'un appareil enregistreur : il y a deux aiguilles à seconde marchant ensemble ; à l'instant où l'on presse un bouton, l'une d'elles s'arrête ; avec une loupe on lit les dixièmes de seconde. Ce chronomètre était toujours comparé avant et après l'observation avec ma pendule sidérale normale, dont la marche est excellente. Les désignations abrégées des phénomènes sont faites d'après le *Nautical Almanac*.

Voici le sens des autres abréviations :

app. : *apparition* obs. : *observation*
disp. : *disparition* sat. : *satellite*
im. : *images*

B. d'Engelhardt.

Dresde, le 29 mai 1884.

---

(1) Jupiter est assez près de l'horizon. Im. mauvaises.

(2) Obs. assez bonnes.

(3) Im. très mauvaises. Le sat, ainsi que son ombre, se voyaient à peine près du bord du disque.

(4) Obs. un peu incertaines. Im. excessivement mauvaises et déformées. Le disque est très agité. Jupiter est assez près de l'horizon.

Digitized by Google

MESURES MICROMÉTRIQUES D'ÉTOILES DOUBLES (¹),

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE NICE;

PAR M. PERROTIN.

Σ 394 (A 6,6 orangé; B 8,3 bleu clair).

	h m	°	"		
1883,91	3.26	161,3	6,82	V	*b*
1883,94	3.52	162,2	7,09	V	*b*
1883,97	3.12	162,1	7,00	V	*a*
1883,940		161,87	6,970		

Σ 412 (A 6,2; B 6,7; C 10,0).

A et B.

1883,97	3.25	228,9	0,33	VI	*b*
1884,05	4. 0	220,5	0,48	VI	*b*
1884,010		224,70	0,405		

$\frac{A+B}{2}$ et C.

1883,97	3.30	59,6	22,38	V	*b*
1884,05	4.15	59,9	22,51	V	*b*
1884,010		59,75	22,445		

Σ 427 (A 6,9 jaune clair; B jaune verdâtre).

1883,91	3.36	207,6	6,66	V	*b*
1883,94	4. 5	208,3	6,81	V	*b*
1883,97	3.43	208,2	6,88	V	*b*
1883,940		208,03	6,783		

Σ 479 (A 6,7 jaune d'or; B 7,5 jaune orangé).

1883,94	4.22	126,8	7,42	V	*b*
1883,97	4. 4	127,4	7,29	V	*a*
1883,955		127,10	7,355		

Σ 494 (A 7,0; B 7,1).

1883,94	4.33	186,8	5,29	V	*b*
1883,97	4.11	186,6	5,21	V	*a*
1883,955		186,70	5,250		

(¹) Voir *Bulletin*, I, p. 133 et 188.

Digitized by Google

Σ 495 (A 6,2; B 8,7).

1884,04	4.17 (h m)	221°,1	3",97	V	*b*
1884,13	6.15	220,0	3,95	V	*a*
1884,085		220,55	3,960		

Σ 520 (A 8,0 orangé; B 8,2 orangé).

1883,94	4.42	108,4	0,76	V	*b*
1883,97	4.21	109,7	0,78	VI	*a*
1884,05	4.50	109,1	0,89	V	*a*
1883,987		109,07	0,810		

Σ 534 (A 6,5; B 8,5).

1883,97	4.30	289,5	29,02	V	*a*
1884,04	4.25	289,8	29,01	V	*b*
1884,05	4.50	289,7	29,00	V	*c*
1884,020		289,67	29,010		

Σ 535 (A 6,8; B 8,2).

1883,97	4.41	336,1	1,75	V	*a*
1884,04	4. 8	338,5	1,85	V	*b*
1884,005		337,30	1,800		

Σ 545 (A 6,8 verte; B 9,2 rouge).

1883,97	4,48	56,7	18,95	V	*a*
1884,13	6,25	57,2	19,01	V	*b*
1884,050		56,95	18,980		

Σ 572 (A 6,5 orangé; B 6,7 orangé).

1883,94	4.54	23,1	3,58	V	*b*
1883,97	4.57	22,9	3,58	V	*a*
1884,04	4.47	22,3	3,69	V	*b*
1883,983		22,77	3,617		

Σ 616 (A 4,3 verte; B 7,7 rouge).

1883,94	5. 3	354,8	6,11	V	*b*
1884,04	4.37	353,4	6,09	V	*b*
1884,05	4.35	353,2	6,09	VI	*b*
1884,010		353,80	6,097		

Digitized by Google

Σ 982 (A 5,2 verte; B 7,9 orangé).

	h m	°	"		
1884,00	8.30	162,8	6,25	V	*a*
1884,05	6.50	161,5	6,36	V	*a*
1884,05	7.50	161,7	6,43	V	*a*
1884,07	6.25	162,3	6,48	V	*b*
1884,042		162,07	6,380		

Σ 1027 (A 7,8 orangé; B 8,1 orangé).

1884,00	8.45	356,1	7,08	V	*a*
1884,05	7.10	355,8	7,13	V	*a*
1884,05	8.00	356,1	7,04	V	*a*
1884,07	6.35	355,1	7,04	V	*b*
1884,042		355,77	7,072		

OΣ 2 (A 7,0; B 8,5; C 10,0).
A et B.

1883,83	0. 8	38,2	0,70	VI	*c*
1883,84	23.45	39,0	0,72	VI	*a*
1883,835		38,60	0,710		

OΣ 40 (A 7,7 blanche; B 8,2 blanche).

1883,84	1.38	51,0	0,61	VI	*a*
1883,89	2. 3	48,4	0,50	VI	*a*
1883,97	2.22	53,3	0,49	VI	*a*
1883,900		50,90	0,533		

OΣ 43 (A 7,1 jaune orangé; B 8,7 bleu clair).

1883,84	1.50	52,5	0,95	VI	*a*
1883,89	2.15	53,8	1,02	VI	*b*
1883,97	2.36	50,9	1,01	VI	*a*
1883,900		52,40	0,993		

OΣ 53 (A 7,2; B 8,3).

1883,89	2.30	251,8	0,75	VI	*a*
1883,97	2.58	252,3	0,63	VI	*a*
1883,930		252,05	0,690		

Digitized by Google

OΣ 60.

1883,89	Cette étoile paraît ronde (VI).
1883,91	Cette étoile paraît simple (VI).
1883,97	Faiblement cunéiforme dans l'angle de position 40° ou 45°, distance inférieure à 0",10 (VI).
1884,05	Paraît double, mais difficile de voir dans quel sens a lieu l'élongation, peut-être dans l'angle 135° (VI).

OΣ 61 (A 7,4; B 11,0).

	h m	°	"		
1883,97	3.42	126,1	1,56	V	*b*
1884,13	5.46	123,3	1,56	V	*c*
1884,050		124,70	1,560		

OΣ 65.

1883,89	Cette étoile paraît ronde	VI
1883,91	Cette étoile paraît simple	VI
1883,97	Cette étoile paraît ronde	VI

OΣ 95 (A 6,5 blanche; B 7,0 jaune clair).

1884,05	4.55	337,6	0,93	VI	*c*
1884,05	5.10	337,1	0,85	VI	*a*
1884,07	5.10	337,3	0,91	VI	*b*
1884,07	4.40	333,9	0,81	V	*c*
1884,09	5. 5	337,9	0,88	V	*b*
1884,066		336,76	0,876		

OΣ 141 (A 7,3; B 9,5).

1884,00	6.25	141,8	2,36	V	*a*
1884,05	5.45	141,0	2,33	V	*a*
1884,05	5.25	140,3	2,32	V	*a*
1884,07	5.25	142,0	2,34	V	*b*
1884,09	5.15	140,3	2,38	V	*b*
1884,052		141,08	2,346		

OΣ 143 (A 6,7 jaune d'or; B 10,1).

1884,05	6. 0	101,0	8,11	V	*a*
1884,05	5.55	101,8	8,13	V	*b*
1884,07	5.35	101,3	8,24	V	*b*
1884,057		101,37	8,160		

Digitized by Google

OΣ 152 (A 6,1 jaune verdâtre; B 8,2 verdâtre).

	h m	°	″		
1884,00	7. 0	36,6	0,63	VI	*b*
1884,05	6.10	34,0	0,88	VI	*a*
1884,05	6.10	37,3	1,01	VI	*a*
1884,07	6. 0	37,5	0,89	VI	*b*
1884,042		36,35	0,852		

OΣ 156 (A 6,6 blanche; B 6,9 blanche).

1884,00	7.15	308,8	0,62	VI	*a*
1884,05	6.25	310,8	0,57	VI	*a*
1884,05	6.25	310,6	0,59	VI	*a*
1884,07	6.15	311,6	0,81	V	*b*
1884,042		310,45	0,647		

OΣ 175 (A 6,0 orangé; B 6,3 jaune d'or).

1884,00	7.40	332,8	0,73	VI	*b*
1884,05	7.35	333,0	0,75	VI	*a*
1884,05	6.35	331,3	0,74	VI	*a*
1884,07	7.25	333,2	0,77	VI	*b*
1884,042		332,57	0,747		

OΣ 176 (A 7,2 jaune clair; B 9,5 jaune cendré).

1884,05	7.50	211,0	1,60	V	*b*
1884,05	6.50	212,8	1,58	V	*a*
1884,07	7.35	211,4	1,65	V	*b*
1884,057		211,73	1,610		

OΣ 177 (A 7,2 jaune orangé; B 9,2).

1884,05	7.15	128,7	0,57	VI	*b*
1884,07	7.10	125,6	0,73	VI	*b*
1884,060		127,15	0,650		

OΣ 179 (A 4,0 jaune d'or; B 8,8 rouge).

1884,00	8. 0	235,5	6,58	V	*a*
1884,05	7. 0	234,3	6,51	V	*a*
1884,05	7.40	235,1	6,58	V	*a*
1884,07	7.50	235,6	6,64	V	*a*
1884,042		235,12	6,577		

Digitized by Google

Compagnon de Sirius.

	h m	°	"		
1883,97	5.10	36,4		II	*a*
1884,05	6.35	34,9	9,49	II	*a*
1884,05	7. 0	36,6	9,52	II	*a*
1884,05	5.30	35,3		II	*b*
1884,07	6.50	36,9	9,97	II	*b*
1884,13	6.58	36,1	9,70	II	*b*
1884,053		36,03	9,670		

Nota. — Le grossissement II, employé pour le compagnon de Sirius, est de 450 fois.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

GYLDÉN (H.). — Ueber die Convergenz der successiven Annäherungen bei der theoretischen Berechnung der Bahnen der Himmelskörper. (*Vierteljahrschrift der astronomischen Gesellschaft*, 1881.)

LINDSTEDT (And.). — Beitrag zur Integration der Differentialgleichungen der Störungstheorie. (*Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*, 7e série, t. XXXI, n° 4).

La méthode analytique employée jusqu'ici pour la détermination approximative des mouvements planétaires est fondée, comme l'on sait, sur le développement des coordonnées des planètes, ou des éléments variables des ellipses décrites par les planètes, en séries ordonnées suivant les puissances ascendantes des masses de ces mêmes astres. Dans le cas de la Lune il existe une théorie fondée sur des principes différents, celle de M. Delaunay; nous considérons seulement ici la première méthode. Dans la pratique, les astronomes ont tacitement supposé que les valeurs des inconnues pouvaient en effet être développées sous la forme mentionnée, et cela pour un assez grand nombre de siècles. Cauchy, dans un Mémoire inséré au tome XV des *Comptes rendus*, a précisé la question : « Cette méthode paraît légitime, quand on admet que les séries ainsi formées sont convergentes. Mais il n'était démontré nulle part qu'elles le fussent, même pour un temps très court, et il était nécessaire d'éclaircir ce point sur lequel aucune lumière n'a été répandue par les travaux de nos plus illustres géomètres. A l'aide des formules auxquelles je parviens dans ce

Digitized by Google

nouveau Mémoire, on peut aisément s'assurer que les éléments du mouvement elliptique des planètes sont effectivement développables, suivant les puissances ascendantes des masses, en séries qui resteront convergentes pendant un temps supérieur à une limite dépendant de ces mêmes masses, et dont ces formules déterminent la valeur. » (*Loc. cit.*, p. 190.)

Ainsi les séries habituelles sont convergentes au moins pendant un certain temps. Mais cherche-t-on les développements au moyen d'approximations successives ordonnées suivant les puissances ascendantes de la force perturbatrice, on pourra trouver, comme le dit M. Gyldén, des coefficients qui n'auront pas la signification des véritables coefficients des développements, et leurs valeurs numériques pourraient seulement s'accorder avec les valeurs de ceux-ci en assignant aux masses des planètes perturbatrices des valeurs un peu différentes des véritables. Dans cet état de choses, le calcul des perturbations devient évidemment incomplet, et les remarques précédentes fourniront peut-être un éclaircissement au sujet de la discordance des valeurs obtenues dans plusieurs recherches sur les masses des planètes (1).

En partant d'une indication, contenue dans les leçons de M. Weierstrass sur le problème des perturbations en Astronomie, d'après laquelle la difficulté principale viendrait de ce que le temps t et ses puissances s'introduisent comme facteurs en dehors des fonctions périodiques, M. Gyldén et, après lui, M. Lindstedt ont cherché à obtenir les expressions des perturbations sous forme de séries purement trigonométriques.

Dans son travail, lu au Congrès de la Société astronomique, en 1881, à Strasbourg, M. Gyldén a montré, en prenant comme exemple l'équation différentielle

$$\frac{d^2\rho}{dv^2} + \rho = \beta_0 + \beta_1\rho + \beta_2\rho^2 + \ldots,$$

déterminant, dans sa nouvelle théorie, le rayon vecteur intermédiaire en fonction de la longitude dans l'orbite (2), que la méthode habituelle ne peut conduire à une véritable approximation. Après avoir constaté que diverses modifications ne conduisent pas à un meilleur résultat, il envisage en dernier lieu, pour avoir la première valeur ρ_0 de l'inconnue $\rho = \rho_0 + \rho_1$, l'équation

$$\frac{d^2\rho_0}{dv^2} + (1 - \beta_1)\rho_0 - \beta_3\rho_0^3 = 0,$$

(1) Gyldén (H.), *Undersökningar af theorien för himlakropparnas rörelser*, I, p. 9.

(2) *Id.*, II, p. 8 et suiv.

Digitized by Google

qui s'intègre au moyen des fonctions elliptiques. La quantité ρ_1 est ensuite donnée par l'intégration d'une équation qui rentre dans celle de Lamé et s'intègre au moyen de fonctions doublement périodiques de première espèce. Dans le développement de l'expression de ρ_1 il entre toutefois des termes où l'angle v sort des fonctions trigonométriques; mais, en se servant de certaines formules de M. Hermite [1], M. Gyldén obtient une expression de ρ_1 purement trigonométrique, et ρ_0 peut être considéré comme une valeur réellement approchée.

On est conduit en définitive à modifier un peu l'argument qui figure sous les signes trigonométriques. C'est aussi, comme on va le voir, la conclusion du travail de M. Lindstedt.

Soit d'abord à intégrer l'équation différentielle

$$(1) \qquad \frac{d^2x}{dt^2} + n^2x = \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \ldots = f(x),$$

qui détermine dans la théorie de Gyldén le rayon vecteur intermédiaire en fonction de la longitude dans l'orbite; les β sont de petites quantités du premier ordre. La méthode ordinaire pour intégrer l'équation (1) consiste simplement à partir de l'intégrale

$$x = \eta_0 \cos(nt + \varpi)$$

de l'équation différentielle

$$(2) \qquad \frac{d^2x}{dt^2} + n^2x = 0,$$

et à calculer avec cette valeur le second membre de l'équation (1). On obtient ainsi une équation différentielle de la forme

$$\frac{d^2x}{dt^2} + n^2x = \sum \alpha_p \cos(\lambda_p t + a_p),$$

dont l'intégrale est en général

$$(3) \qquad x = \eta_0 \cos(nt + \varpi) + \sum \frac{\alpha_p}{n^2 - \lambda_p^2} \cos(\lambda_p t + a_p).$$

Mais si, comme il arrive dans le cas présent, un des λ_p est précisément égal à n, le terme correspondant de l'intégrale est

$$(4) \qquad \frac{\alpha}{n^2} \cos(nt + a) + \frac{\alpha t}{2n} \sin(nt + a),$$

c'est-à-dire un terme séculaire. Introduit-on la nouvelle valeur de

---

[1] *Astr. Nachr.*, n° 2301.

Digitized by Google

dans le second membre de (1) pour obtenir après intégration une nouvelle valeur de x et continue-t-on les approximations, les termes séculaires s'introduiront en nombre croissant.

Mais rien n'oblige à prendre pour point de départ des approximations l'intégrale de l'équation (2). Il est clair qu'on peut modifier n dans nt d'une petite quantité du premier ordre, en écrivant l'équation (1) ainsi :

$$(1') \qquad \frac{d^2x}{dt^2} + n^2(1-\nu)x = -n^2\nu x + f(x),$$

et choisir pour première valeur l'intégrale de l'équation

$$(2') \qquad \frac{d^2x}{dt^2} + n^2(1-\nu)x = 0,$$

c'est-à-dire

$$x_0 = \eta_0 \cos w, \quad \text{où} \quad w = n(1-\sigma)t + \varpi, \quad 1-\sigma = \sqrt{1-\nu}.$$

Pose-t-on

$$f(\eta_0 \cos w) = a_0 + 2a_1 \cos w + 2a_2 \cos 2w + \ldots,$$

l'intégrale de l'équation (1') sera donnée par la formule (3) ci-dessus, et l'on voit que les termes séculaires seront évités si l'on dispose de l'arbitraire ν, de manière qu'il n'y ait plus à droite de terme en $\cos w$, ce qui donne

$$\nu = \frac{2a_1}{n^2\eta_0}.$$

On aura ainsi la valeur de x approchée aux termes près du second ordre

$$x_1 = x_0 + \delta x_0,$$

sous forme de série purement trigonométrique dont l'argument w_1 sera donné par la formule

$$w_1 = n(1-\sigma_1)t + \varpi, \quad 1-\sigma_1 = \sqrt{1-\nu_1}, \quad \nu_1 = \frac{2a_1}{n^2\eta_0}.$$

En général, ayant obtenu la valeur approchée de ν jusqu'aux termes d'ordre $k+1$, soit ν_k, et pareillement la valeur x_k sous forme de série purement trigonométrique dépendant de l'argument w_k,

$$w_k = n(1-\sigma_k)t + \varpi, \quad 1-\sigma_k = \sqrt{1-\nu_k},$$

on substituera dans l'approximation suivante cette valeur de x_k dans le second membre de l'équation (1') en remplaçant ν_k par ν, et l'on déterminera ν de manière qu'il n'y ait plus à droite de terme en $\cos w$; cette condition conduira à la nouvelle valeur ν_{k+1}, et x_{k+1} sera donnée comme ci-dessus par la formule (3).

Digitized by Google

Tel est l'algorithme fort simple que M. A. Lindstedt, de Dorpat, a imaginé pour obtenir l'intégrale de l'équation (1) sous forme de série purement trigonométrique (*Astronomische Nachrichten*, n° 2482), *en réservant la question de la possibilité d'un tel développement.*

Le procédé de M. Lindstedt peut recevoir une grande extension, ce qui lui donne une valeur particulière. On peut considérer un système d'équations simultanées, tel que

$$\frac{d^2x}{dt^2} + n^2 x = \mathrm{P}(x, x'),$$
$$\frac{d^2x'}{dt^2} + n'^2 x' = \mathrm{P}'(x, x'),$$

où $\mathrm{P}(x, x')$ et $\mathrm{P}'(x, x')$ sont des séries ordonnées suivant les puissances entières et positives de x et x'. D'après les principes suivis, on écrira, en introduisant deux indéterminées ν et ν',

$$(5)\qquad \begin{cases} \dfrac{d^2x}{dt^2} + n^2(1-\nu)x = -n^2\nu x + f(x, x'), \\ \dfrac{d^2x'}{dt^2} + n'^2(1-\nu')x' = -n'^2\nu' x' + f'(x, x'), \end{cases}$$

et l'on partira des intégrales des équations

$$\frac{d^2x}{dt^2} + n^2(1-\nu)x = 0,$$
$$\frac{d^2x'}{dt^2} + n'^2(1-\nu')x' = 0,$$

savoir

$$x = \eta_0 \cos w,$$
$$x' = \eta'_0 \cos w',$$

où

$$w = n(1-\sigma)t + \varpi, \quad 1-\sigma = \sqrt{1-\nu},$$
$$w' = n'(1-\sigma')t + \varpi', \quad 1-\sigma' = \sqrt{1-\nu'}.$$

Soient en outre

$$f(\eta_0 \cos w, \eta'_0 \cos w') = \sum_{i,i'} a_{i,i'} \cos(iw + i'w'),$$
$$f'(\eta_0 \cos w, \eta'_0 \cos w') = \sum_{i,i'} a'_{i,i'} \cos(iw + i'w');$$

on déterminera ν de manière qu'il n'y ait plus à droite de terme en $\cos w$ dans la première des équations (5), ce qui donnera

$$\nu = \frac{a_{1,0}}{n^2\eta_0};$$

Digitized by Google

et semblablement ν' de manière que dans le second membre de la seconde équation il n'y ait plus de terme en $\cos w'$, d'où

$$\nu' = \frac{a'_{0,1}}{n'^2 \tau'_{10}};$$

les valeurs approchées de x et x' seront d'ailleurs obtenues comme plus haut, au moyen de la formule (3).

La suite des approximations est effectuée comme dans l'exemple précédent. On a supposé, pour plus de simplicité, que les coefficients des puissances de x et x' dans $f(x)$ et dans $f(x,x')$, $f'(x,x')$, étaient constants; ils peuvent être aussi bien des séries trigonométriques.

Plus généralement, si un système différentiel peut être ramené à la forme

$$\frac{d^2 x_i}{dt^2} + \sum_j c_{i,j} x_j = f_i(x_1, x_2, \ldots, x_n), (i = 1, 2, \ldots n),$$

où les $c_{i,j}$ sont des constantes et les coefficients des f_i sont de petites quantités du premier ordre constantes ou représentées par des séries trigonométriques, on considérera, pour appliquer les principes de M. Lindstedt, le système

$$\left.\begin{aligned} &\frac{d^2 x_i}{dt^2} + \sum_j (c_{i,j} - \nu_{i,j}) x_j \\ &\quad = -\sum_j \nu_{i,j} x_j + f_i(x_1, x_2, \ldots, x_n) \end{aligned}\right\} (i = 1, 2, \ldots n).$$

M. Lindstedt en a fait récemment une belle application à l'intégration par approximation des équations différentielles donnant les distances mutuelles dans le problème des trois corps (*Comptes rendus*, 3 et 10 déc. 1883).

O. Callandreau.

NEWCOMB (S.). — Report to the Secretary of the Navy on recent improvements in astronomical instruments; 1884, 27 p. in-8°.

Pendant l'année 1883, M. Newcomb a visité plusieurs des principaux observatoires du continent, ceux de Paris, Neuchâtel, Genève, Vienne, Berlin, Potsdam, Leyde et Strasbourg, ainsi que les ateliers de MM. Repsold à Hambourg, où il put discuter, avec M. O. Struve, directeur de l'observatoire de Poulkova, et les constructeurs, les plans du grand équatorial de 30 pouces. M. Newcomb n'entre pas dans la description détaillée des instruments; mais ses réflexions, qui concernent les points les plus importants, seront sans doute consultées avec fruit par les construc-

Digitized by Google

teurs et par les personnes qui se proposent d'établir de nouveaux observatoires.

ÉQUATORIAUX ET TÉLESCOPES : *Le grand équatorial de Vienne; les grandes coupoles à Paris et à Vienne; le grand équatorial de Poulkova; l'équatorial coudé.* — Le grand équatorial de Vienne, de 27 pouces d'ouverture et construit par Grubb, de Dublin, offrait un intérêt particulier, et M. Newcomb compare le nouvel instrument avec l'équatorial de 26 pouces de Washington. Les deux instruments se ressemblent pour le plan général. Des deux côtés, le mouvement rapide en déclinaison est obtenu avec une corde attachée aux deux bouts du tube, le mouvement rapide en ascension droite au moyen d'un système de roues. Mais la monture de l'équatorial de Vienne est beaucoup plus forte et plus massive, les accessoires sont plus nombreux et compliqués; l'axe de déclinaison est pourvu d'un système de galets, tandis qu'il n'y en a pas dans l'instrument de Washington; un système perfectionné pour l'éclairage du champ et des divisions des différents cercles a été introduit à Vienne.

Sous le rapport de la facilité des mouvements, M. Newcomb trouve que les galets n'aident pas au mouvement de l'axe en déclinaison, et le mouvement rapide pour caler en ascension droite, produit à l'extrémité inférieure de l'axe polaire avec une roue de gouvernail, est moins commode qu'à Washington, où l'on tire à la main sur une corde sans fin engagée dans une poulie, en suivant l'instrument des yeux ou regardant le calage. Le mouvement d'entraînement est une source de sérieuses difficultés dans tous les grands instruments. M. Newcomb ne recommande pas l'emploi d'un ruban d'acier pour transmettre le mouvement de la vis au secteur; cette disposition très répandue en Amérique donne de l'instabilité à l'instrument. D'un autre côté, dans l'équatorial de Vienne, malgré la plus grande fixité de la vis tangente, la lunette cède encore un peu à l'action de l'ongle. En revanche, il y a dans le mouvement doux en ascension droite qui est continu, et dans le système d'éclairage, semblable à celui adopté par MM. Repsold, un progrès incontestable. Un point de détail, mais qui a cependant une sérieuse importance pour la pratique, concerne la rapidité du calage : c'est une opération qui ne laisse pas que d'être assez fatigante à Vienne à cause de l'absence de divisions grossières; à Washington, l'observateur peut s'assurer rapidement du calage avec une jumelle, et d'une manière assez précise pour amener l'astre dans le chercheur.

L'effet utile d'une grande lunette dépend tellement de la nature de la coupole dans laquelle elle est placée que la coupole et la monture paraissent avoir une égale importance. M. Newcomb est conduit à penser, d'après son expérience, que les coupoles les mieux construites sont les

Digitized by Google

meilleures, et que le système de construction est secondaire. La coupole de Vienne mesure 15^m de diamètre extérieur et pèse 15 tonnes; un homme peut la faire tourner entièrement en huit minutes. La base de la coupole consiste dans une construction épaisse en briques. Malgré les nombreuses ouvertures à la base, M. Newcomb estime qu'il est difficile ainsi d'égaliser la température à l'intérieur et à l'extérieur.

Trois moyens ont été proposés pour supporter le dôme mobile; des roues fixées au dôme ou à la plate-forme, un système de galets reliés entre eux suivant le procédé de M. Grubb et les boulets de canon. M. Newcomb trouve que les galets de M. Grubb fonctionnent d'une manière satisfaisante. Quand au nouveau système dont il a été question pour la coupole de Paris, le système à flotteur, l'expérience n'a pas encore prononcé sur sa valeur pratique.

A propos du grand équatorial de Poulkova, on ne peut s'empêcher de remarquer avec quelle promptitude on construit maintenant les plus grands instruments : le traité pour la partie optique était conclu en 1879, avec MM. Clark, et en 1882 l'objectif était livré. Au moment de la visite de M. Newcomb à Hambourg, MM. Repsold terminaient de leur côté la monture.

Dans le nouvel instrument, il n'y a pas de rouleaux de friction pour l'axe de déclinaison, et les mouvements rapides autour de cet axe, qu'il serait malaisé d'obtenir avec une corde comme à Washington et à Vienne, sont déterminés par un système de roues dentées que fait tourner un axe passant par l'axe polaire de l'instrument et coïncidant avec lui; on peut ainsi donner le mouvement rapide avec une manivelle située à l'extrémité inférieure de l'axe polaire; le même mouvement peut être aussi produit à l'oculaire, ainsi que le mouvement en ascension droite. Le secteur denté est remplacé par un cercle complet de 2^m de diamètre, et l'on n'a plus l'embarras de ramener le secteur. M. Newcomb trouve que le système d'éclairage du champ, des tambours et des cercles ne laisse rien à désirer. On sait en quoi il consiste : à une certaine distance de l'oculaire et du côté opposé à l'axe de déclinaison, le tube de la lunette est percé. Par cette ouverture, et parallèlement à l'axe de déclinaison, passe un tube conique à l'extrémité duquel se trouve une lampe suspendue à un manchon mobile dans le cône; elle conserve ainsi la verticalité et la lumière, tombant sur un miroir incliné à 45° sur l'axe du tube et mobile avec le manchon, arrive dans la lunette après avoir suivi le tube. Le faisceau lumineux est ensuite divisé : une partie des rayons est envoyée vers l'objectif, et de là par réflexion vers l'oculaire pour l'éclairage du champ (souvent on colle sur la face interne de l'objectif un petit miroir); quand on désire avoir les fils brillants, une autre partie des rayons vient tomber sur quatre surfaces blanchies près

Digitized by Google

du micromètre, et la lumière se diffuse sur les fils; le reste sert à l'éclairage des tambours et des divisions. M. Newcomb approuve aussi le procédé employé par MM. Repsold pour soulager l'axe polaire et diminuer la forte poussée vers le bas. A cet effet, une roue de friction est située verticalement sous l'axe polaire près du centre de gravité de tout l'instrument et joue le rôle de galet.

Le Rapport de M. Newcomb, en ce qui concerne les télescopes et les miroirs, mentionne les bons résultats que MM. Henry ont obtenus pour la monture des miroirs en insérant entre le verre et la monture métallique une légère étoffe de flanelle. Ce système a été appliqué avec succès à l'équatorial coudé de M. Lœwy. En parlant du nouvel instrument, dans lequel les rayons lumineux subissent, comme on sait, une double réflexion, M. Newcomb fait ressortir l'avantage que peut offrir la nouvelle disposition dans un certain ordre de recherches, et il ajoute que la perte de lumière par suite des réflexions ne paraît pas sensible.

Les conclusions pratiques de l'auteur pour cette première classe d'instruments sont les suivantes : 1° il est avantageux d'avoir des axes creux, ce qui allège l'instrument sans diminuer la résistance; 2° les rouleaux de friction pour l'axe de déclinaison ne paraissent pas essentiels; 3° le meilleur mouvement rapide en ascension droite paraît être celui de Washington, où une corde sans fin que tient l'observateur agit sur une poulie; 4° pour le mouvement rapide en déclinaison, employer soit une corde attachée aux deux extrémités de la lunette, ou, si cela ne suffit pas, un axe traversant l'axe polaire comme dans l'instrument de Poulkova; 5° dans la pratique, il suffit d'avoir un calage assez approché pour mettre l'astre dans le champ du chercheur; il convient que l'observateur puisse voir constamment la position approchée de l'instrument au moyen de cercles grossièrement divisés, soit à l'œil nu, soit, si le cercle est plus loin, avec une simple lorgnette; 6° il y aurait avantage à avoir les mouvements doux continus; 7° dans le cas d'un grand instrument, il convient de remplacer le secteur denté par un cercle entier; l'emploi d'une bande d'acier pour transmettre le mouvement donne trop d'instabilité; 8° il y aurait lieu d'étudier le système d'Aing, qui consiste à donner aux verniers en ascension droite un mouvement tel que leur position corresponde au temps sidéral, ce qui faciliterait beaucoup le calage; 9° le mouvement d'horlogerie peut être entretenu de préférence par l'eau ou un autre moteur; 10° et 11° l'éclairage du champ, des fils du micromètre, des tambours est maintenant une question résolue; 12° la disposition du micromètre de Washington, dans lequel la plaque portant les fils fixes et mobile est commandée par une bonne vis, qui n'a pas nécessairement une tête divisée peut être recommandée partout; 13° à la place d'un seul chercheur, il convient d'en mettre toujours deux opposés l'un à l'autre.

Digitized by Google

CERCLES MÉRIDIENS ET ACCESSOIRES : *Le cercle méridien de Strasbourg; le bain de mercure pour l'observation du nadir; les méthodes pour déterminer la flexion et les recherches de M. Lœwy; les collimateurs et les mires méridiennes.* — M. Newcomb a examiné dans ses différentes parties le cercle méridien de Strasbourg, l'un des plus nouveaux, et qui a été construit par MM. Repsold d'après les plans du professeur Winnecke. La modification essentielle consiste en ce que les supports des tourillons et des microscopes ne sont plus en pierre, mais en métal; l'équilibre de température s'établit plus rapidement et avec plus de régularité. Chaque partie de l'instrument témoigne du soin des constructeurs et des préoccupations de M. Winnecke : la base du principal pilier portant l'instrument est comme isolée au milieu des autres piliers des collimateurs; en vue de la constance de la température, ceux-ci sont entourés par des cylindres de briques reliés les uns aux autres par des arcades, de manière à assurer la liaison du tout.

La stabilité est très satisfaisante. Il convient toutefois de noter que les constructions reposent sur une couche de sable fin, et l'on a remarqué depuis longtemps que c'était le meilleur sol pour les instruments; chose singulière, les infiltrations du Rhin sont sans effet fâcheux sur la stabilité. M. Newcomb ajoute que les fondations sur le rocher peuvent être meilleures que sur le sable à condition que la surface du rocher soit protégée par une couche de terre assez épaisse contre les variations de la température (1). La stabilité de l'origine en distance polaire laisse davantage à désirer, soit que le porte-microscopes ne soit pas assujetti assez fortement à la charpente métallique qui forme la base de la monture, soit qu'il y ait inconvénient à relier, comme on l'a fait, les contrepoids au porte-microscopes, à cause des vibrations que l'axe de l'instrument, en tournant sur les galets, peut communiquer au reste de la monture; il faudrait soulager l'instrument sans que la stabilité des microscopes eût à en souffrir.

Pour les cercles divisés, M. Newcomb trouve qu'il reste encore beaucoup à faire, et il n'approuve pas la diminution du diamètre des cercles de MM. Repsold, qui ont deux pieds seulement. On évite, il est vrai, l'influence des couches d'air de températures différentes, mais il faudrait augmenter aussi le pouvoir des microscopes et la finesse des divisions. La comparaison des cercles de Washington et de Strasbourg montre qu'on ne gagne pas avec le nouveau système. Une précision exagérée

(1) Le Dr Hirsch a constaté à l'observatoire de Neuchâtel, élevé au pied des montagnes du Jura, un déplacement du sol, continu et très sensible, que M. Faye attribue au glissement des assises calcaires de la colline (*Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1757).

Digitized by Google

dans la lecture des cercles est sans doute inutile, eu égard à toutes les autres erreurs accidentelles; mais il faut du moins que les erreurs des divisions appliquées aux moyennes des observations soient bien déterminées, ce qui exige des lectures suffisamment précises. M. Newcomb pense qu'il conviendrait d'expérimenter les cercles de verre, et de ne pas se contenter d'un degré de précision bien inférieur à celui qu'on a dernièrement obtenu dans la construction des réseaux.

Il est ensuite question des accessoires des instruments méridiens. La disposition pour le bain de mercure employée à Strasbourg, à Leyde et en d'autres parties du continent a complètement satisfait M. Newcomb. Il consiste dans un plateau de cuivre légèrement creusé suivant la forme sphérique; il est placé à peu de distance au-dessous de l'objectif et nivelé grossièrement, de manière à éviter l'inclinaison de la couche de mercure et son adhérence avec le cuivre. On peut ajouter que, le but à atteindre étant d'avoir une surface de mercure toujours aussi libre que possible et cependant assez tranquille dans les conditions variées d'observation où l'on peut se trouver, il convient de pouvoir régler en quelque sorte la mobilité du mercure, résultat facile à obtenir avec les bains ordinaires en ajoutant un peu d'amalgame et faisant varier la profondeur de la couche.

La détermination de la flexion horizontale est une opération simple en théorie, mais délicate en pratique; les discordances peuvent provenir en partie des inégalités de température dans la salle, et il y a lieu de mettre à profit pour cette détermination les journées où le ciel demeure couvert. M. Newcomb observe de plus qu'avec un collimateur zénithal, comme celui du cercle Bischoffsheim, on peut déterminer aussi la flexion au zénith. Au sujet de la méthode ingénieuse de M. Lœwy pour déterminer la flexion, M. Newcomb émet le désir qu'on puisse évaluer aussi la flexion du cercle, ainsi que la torsion de l'axe; car il faut purger les observations de l'ensemble de ces causes d'erreur. M. Newcomb trouve que les mires méridiennes associées avec des collimateurs à longs foyers remplissent les conditions désirables; il ne faut pas que la mire soit trop éloignée. Il va de soi que les piliers doivent être garantis contre les rayons du Soleil.

Le Rapport se termine par de courtes réflexions sur les salles d'observation : il faut éviter le voisinage des murs échauffés et les toits métalliques, ce qui serait préjudiciable aux observations faites pendant le jour; la difficulté peut être évitée en recouvrant les toits de terre gazonnée et l'arrosant au besoin.

O. Callandreau.

Digitized by Google

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

LES HYPOTHÈSES COSMOGONIQUES;

PAR M. C. WOLF.

INTRODUCTION.

Je me propose de résumer, aussi brièvement que possible, les différentes hypothèses d'ordre purement scientifique, par lesquelles les Astronomes et les Philosophes ont essayé, à diverses époques, d'expliquer le mode de formation des astres qui composent l'Univers. De ces hypothèses, les unes sont très peu connues en France; d'autres, comme celle de Laplace, ont subi successivement, dans les expositions qui en ont été données, des modifications graves qui en altèrent la physionomie. J'essayerai de donner de chacune d'elles une idée exacte et suffisamment complète par des citations littérales. Je discuterai les objections qui ont été faites à ces diverses conceptions; et je tâcherai de mettre en lumière l'état actuel de la Science sur ce sujet, en résumant les additions et les modifications que les travaux ultérieurs des astronomes et des géomètres ont apportées aux hypothèses primitives.

Une hypothèse cosmogonique, pour être complète et répondre au sens même du mot, devrait prendre la matière à l'état primitif où elle est sortie des mains du Créateur, avec ses propriétés et ses lois, et, par l'application des principes de la Mécanique, en faire surgir l'Univers entier tel qu'il existe aujourd'hui; l'application ultérieure des mêmes lois devrait également nous conduire à la connaissance de l'état futur et final du monde. Il est bien entendu, d'ailleurs, que de telles vues de l'esprit s'appliquent uniquement aux astres considérés comme des corps matériels inanimés, et laissent entièrement de côté l'évolution de la vie à leur surface. Un très petit nombre d'auteurs, Swedenborg, Kant, M. J. Ennis, M. Faye, ont essayé d'embrasser le programme complet de la Cosmogonie; le plus souvent les efforts se sont limités à la formation du système planétaire : telle est l'hypothèse de Laplace. C'est qu'en effet les deux parties dont se compose le problème général

Digitized by Google

de la formation de l'Univers, formation des soleils aux dépens de la matière primitive, et formation des planètes autour de leur soleil, sont de nature très diverse et reposent sur des données scientifiques de valeur extrêmement différente. Je veux d'abord examiner ce premier point.

C'est une opinion très répandue chez les Astronomes, et qui était déjà enseignée par Anaximène et l'École Ionienne, que les astres se sont formés par la condensation progressive d'une matière primitive excessivement légère disséminée dans l'espace. Tycho Brahe regardait l'étoile nouvelle, apparue en 1572 dans Cassiopée, comme formée de la substance éthérée de la Voie lactée (*Progymnasmata,* p. 795). Kepler supposait que l'étoile de 1606 avait été engendrée par une substance éthérée, qui remplit tout l'espace (*De stella nova in pede Serpentarii,* p. 115). Il attribuait à ce même éther l'apparition d'un anneau lumineux autour de la Lune, pendant l'éclipse totale de Soleil observée à Naples en 1605. Plus tard l'existence d'une matière nébulaire, lumineuse par elle-même, était admise par Halley (*Phil. Transactions,* 1714). Mais il faut arriver à W. Herschel pour trouver établie sur des données d'observation l'existence de la matière nébulaire. C'est en 1811 que cet illustre Astronome communiqua à la Société Royale le Mémoire dans lequel il expose son hypothèse fameuse sur la transformation des nébuleuses en étoiles (*Phil. Transactions,* 1811, p. 269 et suivantes).

Quels progrès a faits, depuis 1811, cette question de la filiation des étoiles? L'analyse spectrale nous a appris qu'il existe des nébuleuses entièrement formées de gaz ou de vapeurs lumineuses par elles-mêmes. Est-ce là la matière nébulaire primitive? Les lignes brillantes du spectre d'une nébuleuse nous y révèlent l'existence de l'hydrogène, peut-être de l'azote et d'une autre matière inconnue. Dans les atmosphères des étoiles et du Soleil, le même procédé d'analyse nous montre les vapeurs de presque tous les métaux. Supposer qu'une étoile se forme par la condensation d'une nébuleuse, c'est donc admettre que nos métaux sont eux-mêmes formés par la condensation de l'hydrogène ou de quelque matière primitive inconnue, problème que la Chimie est encore impuissante à résoudre. L'Astronomie pourrait devancer la Chimie dans cette voie, si elle nous montrait une nébuleuse planétaire, à

Digitized by Google

spectre de trois ou quatre lignes brillantes, se condensant peu à peu, et se transformant en une étoile à spectre sillonné de lignes noires et nombreuses. Mais la question de la variabilité des nébuleuses, même au point de vue de la forme, est encore un des mystères de l'Astronomie. Les données d'observation que nous possédons sur ce sujet sont trop récentes et trop peu sûres pour qu'il soit permis de rien affirmer, aujourd'hui surtout que nous savons que les premiers dessins des nébuleuses en spirale de Lord Rosse, sur lesquelles il serait le plus facile de surprendre la matière en voie de condensation, sont trop inexacts pour servir à des comparaisons utiles.

Nous n'avons assisté, depuis la découverte de l'analyse spectrale, qu'à une seule transformation d'astre; et elle nous a montré, à l'inverse de ce que veut l'hypothèse nébulaire, *une étoile se transformant en une nébuleuse planétaire*. L'étoile temporaire du Cygne, au moment de sa découverte par J. Schmidt, le 24 novembre 1876, présentait un spectre interrompu par des lignes brillantes. Puis, peu à peu, le spectre continu et la plupart des lignes brillantes ont disparu, laissant en définitive une seule ligne brillante, qui paraissait coïncider avec la ligne verte des nébuleuses ! (*The Observatory*, vol. I, p. 185.)

Sans doute, une pareille métamorphose n'est point inconciliable avec l'hypothèse de l'origine nébulaire des étoiles et ce que nous savons de la constitution de ces astres. Mais il n'en résulte pas moins que le seul fait de transformation que nous ayons surpris dans le ciel n'est pas favorable à cette hypothèse, et que celle-ci ne repose en réalité sur aucune observation directe. Tout au plus peut-on invoquer en sa faveur, avec W. Herschel, l'existence de nébuleuses planétaires à divers degrés de condensation, et celle de nébuleuses en spirale avec nœuds de condensation sur les branches et au centre. Mais, en réalité, la connaissance du lien qui unit les nébuleuses aux étoiles nous est encore interdite; et à défaut d'observation directe, nous ne pouvons même l'établir sur l'analogie de composition chimique.

Et si même, laissant de côté la difficulté qui naît de cette différence de nature, nous admettons que tous les matériaux de l'Univers actuel sont le résultat de la condensation d'une matière primitive unique, un fait d'observation va nous montrer que les

Digitized by Google

actions qui ont produit le monde actuel sont plus complexes que ne le supposent les auteurs des systèmes cosmogoniques.

Il existe dans le ciel deux ordres de nébuleuses irrésolubles, que la lunette ne distingue par conséquent point les unes des autres, mais entre lesquelles le spectroscope révèle une différence essentielle de constitution (1).

Les unes donnent un spectre de trois ou quatre lignes brillantes, les autres un spectre continu. Les premières sont gazeuses, les autres formées d'une matière pulvérulente. Les premières doivent constituer une véritable atmosphère : c'est parmi elles qu'il faudra ranger la nébuleuse solaire de Laplace. Les autres forment un ensemble de particules qui peuvent être considérées comme indépendantes et dont la circulation obéira aux lois de la pesanteur interne : telles sont les nébuleuses adoptées par Kant et par M. Faye. L'observation nous permet de placer l'une ou l'autre à l'origine du monde planétaire. Mais lorsque nous voulons aller plus loin et remonter jusqu'au chaos primitif qui a produit l'ensemble de tous les astres, nous avons à rendre compte de l'existence actuelle de ces deux ordres de nébuleuses. Si le chaos originel était un gaz froid, on comprendra comment la contraction résultant de l'attraction a pu l'échauffer et le rendre lumineux; il faudra expliquer la condensation de ce gaz à l'état de particules incandescentes dont le spectroscope nous révèle l'existence dans certaines nébuleuses. Si le chaos était formé de telles particules, comment certaines por-

(1) La question de la résolubilité des nébuleuses a été souvent présentée d'une manière trop affirmative et contraire aux idées exprimées par l'illustre observateur des spectres de ces astres, M. Huggins. Toute nébuleuse dont le spectre ne contient que des lignes brillantes est gazeuse et, par suite, dit-on, irrésoluble; toute nébuleuse dont le spectre est continu doit finir par se résoudre en étoiles avec un instrument suffisamment puissant. Cet énoncé est contraire à la fois aux résultats de l'observation et à la théorie spectroscopique. La nébuleuse de la Lyre, la *Dumbbell nebula*, la région centrale de la nébuleuse d'Orion, paraissent résolubles, et donnent un spectre de lignes brillantes; la nébuleuse des Chiens de chasse n'est pas résoluble et donne un spectre continu. C'est qu'en effet le spectroscope nous renseigne sur l'état physique de la matière constitutive des astres, mais non sur son mode d'agrégation. Une nébuleuse formée de globes gazeux (ou même de noyaux peu lumineux entourés d'une puissante atmosphère) donnerait un spectre de lignes et serait cependant résoluble; tel paraît être l'état de la région d'Huygens dans la nébuleuse d'Orion. Une nébuleuse formée de particules solides ou liquides incandescentes, un véritable nuage, donnera un spectre continu et sera irrésoluble.

Digitized by Google

tions ont-elles passé à l'état gazeux, tandis que d'autres conservaient leur état primitif ?

La première partie du problème cosmogonique, quelle est la matière primitive du chaos et comment a-t-elle donné naissance aux étoiles et au Soleil, reste donc, aujourd'hui encore, dans le domaine du roman et de l'imagination pure.

Il n'en est pas de même de la seconde partie du problème cosmogonique, qui a trait à la formation du système planétaire. Ici l'unité d'origine de l'astre central et de ses satellites repose sur des faits incontestables. C'est d'abord l'identité de la matière constitutive du Soleil et des planètes, prouvée d'une part par l'existence de la gravitation entre ces astres, de l'autre démontrée par l'analyse spectrale pour le Soleil et pour la Terre, c'est-à-dire pour une planète intermédiaire, et étendue par suite aux autres planètes avec une très grande probabilité. C'est en second lieu la coïncidence des plans des orbites avec le plan de rotation du Soleil, et l'identité du sens des mouvements de rotation et de révolution de tous les corps du système. « Si l'on remarque, dit Kant dans son ouvrage intitulé : *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* (Königsberg und Leipzig, 1755) (1), que les six planètes et leurs neuf satellites, qui circulent autour du Soleil comme centre, se meuvent tous dans un même sens, et dans le sens même de la rotation du Soleil, qui dirige tous ces mouvements par la force de l'attraction ; que leurs orbites ne s'éloignent pas beaucoup d'un plan commun, qui est le plan de l'équateur solaire prolongé ; on est forcé de croire qu'une même cause, quelle qu'elle soit, a exercé une même influence à travers toute l'étendue du système et que l'accord dans la direction et la position des orbites des planètes est une conséquence de la relation qu'elles ont dû toutes avoir avec les causes matérielles qui les ont mises en mouvement. » (*Loc. cit.*, p. 93.) Laplace exprime le même sentiment sur l'identité des mouvements du Soleil et des planètes, et aussi sur l'égalité des moyens mouvements de rotation et de révolution des satellites de la Terre

(1) La première édition de cet Ouvrage de la jeunesse de Kant parut d'abord en 1755, sans nom d'auteur, en un volume de 200 pages chez Joh. Frd. Petersen à Leipzig. Il était dédié à Frédéric le Grand. Plus tard il a formé le tome VI de l'édition des *Œuvres de Kant*, par Rosenkranz et Schubert. C'est de cette édition que je tire les citations de Kant.

Digitized by Google

et de Jupiter : « Des phénomènes aussi extraordinaires ne sont point dus à des causes irrégulières. En soumettant au calcul leur probabilité, on trouve qu'il y a plus de deux cent mille milliards à parier contre un, qu'ils ne sont point l'effet du hasard, ce qui forme une probabilité bien supérieure à celle de la plupart des événements historiques dont nous ne doutons point. Nous devons donc croire, au moins avec la même confiance, qu'une cause primitive a dirigé les mouvements planétaires. » (*Exposition du Système du monde*, t. II, p. 509, 6e édition, 1836). Lorsqu'il écrivait ces lignes, Laplace ne connaissait autour du Soleil que sept grandes planètes, quatre planètes télescopiques et dix-huit satellites. Aujourd'hui, le nombre des corps de notre système qui satisfont à la loi d'identité des sens des mouvements est de deux cent cinquante-six.

Le problème de l'origine du système solaire se pose donc en termes très nets : expliquer comment une même matière a pu, en obéissant aux lois de Newton, donner naissance à des corps, soleil, planètes et satellites, soumis aux conditions d'identité des mouvements qui viennent d'être indiquées.

La question a été attaquée par deux voies très différentes. Kant et Laplace supposent qu'à l'origine, toute la matière qui constitue actuellement les astres du système était répandue dans tout l'espace que comprend ce système et même au delà, constituant ainsi une nébuleuse de densité extrêmement faible, dont la condensation a donné naissance, successivement et par un mécanisme qu'il reste à expliquer, aux divers corps du système. C'est l'hypothèse nébulaire, très différemment traitée d'ailleurs, comme nous le verrons, par Laplace et par Kant.

Avant Laplace, Buffon, frappé comme lui de cette remarquable identité des mouvements des planètes et « voulant s'abstenir d'avoir recours, dans l'explication des phénomènes, aux causes qui sont hors de la nature », fit naître les planètes et leurs satellites du globe même du Soleil, auquel une puissante comète aurait arraché, par un choc oblique, la quantité de matière nécessaire à leur formation. Je ne m'arrêterai pas à cette hypothèse, dont Laplace a fait justice dans la Note VII de son *Exposition du Système du monde*. Plus récemment, un mathématicien anglais, M. G. Darwin, a présenté à la Société royale une série de Mémoires sur les marées produites dans un corps visqueux par l'action d'un ou plusieurs corps exté-

Digitized by Google

rieurs. Une des conséquences de ses recherches le conduit à émettre l'hypothèse qu'une planète peut donner naissance à un satellite par la séparation d'une portion de la protubérance équatoriale, satellite qui s'éloignerait ensuite progressivement de la planète mère, à mesure du ralentissement de la rotation, dû à la réaction des marées, et finirait par atteindre une position d'équilibre. Bien que cette conception ne paraisse pas pouvoir être étendue à l'explication de l'origine des planètes elles-mêmes, elle peut jouer un rôle important dans les développements d'une hypothèse cosmogonique plus générale, parce qu'elle peut être appelée à expliquer certaines anomalies qui, dans la réalité, troublent l'harmonie générale des mouvements sur laquelle repose toute hypothèse.

En effet, il ne faut pas oublier que les orbites de certaines planètes, comme Mercure, Pallas, ont des inclinaisons très fortes sur le plan de l'équateur solaire; que les équateurs de plusieurs grosses planètes font des angles souvent considérables avec les plans des orbites; qu'enfin certains satellites ont leurs orbites très fortement inclinées sur le plan de l'orbite de la planète. Il semble impossible qu'une même cause originelle, agissant dans sa simplicité primitive, puisse rendre compte de ces anomalies : le système planétaire, né suivant une hypothèse quelconque, présente forcément à l'origine une harmonie de mouvements presque parfaite. C'est par l'action de perturbations ultérieures qu'on pourra expliquer les déviations réelles; et le développement d'une hypothèse ne sera complet que lorsqu'elle sera arrivée à rendre compte de ces anomalies d'une manière mathématique, ou tout au moins à en montrer la possibilité. Mais, en attendant ce couronnement final, il ne me paraîtrait pas sage de faire de ces cas exceptionnels une objection renversante contre une hypothèse, attendu que toutes y sont nécessairement sujettes.

(*A suivre.*)

SUR LA CONVERGENCE DES SÉRIES TRIGONOMÉTRIQUES;

PAR M. H. POINCARÉ.

Pour qu'une série puisse être utilisée en Astronomie, il n'est pas nécessaire, comme l'a remarqué M. Tchebichef, qu'elle soit convergente, au sens donné à ce mot par les géomètres : il suffit que

Digitized by Google

l'erreur commise, en s'arrêtant à un certain terme de la série, reste pendant quelque temps inférieure à une quantité suffisamment petite. C'est grâce à cette circonstance que les séries habituellement employées en Mécanique céleste, qui presque toutes sont divergentes, représentent très sensiblement le mouvement des astres. Cependant, il est souvent utile, si l'on veut se rendre compte du temps pendant lequel on pourra compter sur une approximation donnée, de rechercher les conditions de convergence des séries qu'on emploie. C'est pourquoi il ne sera peut-être pas sans intérêt d'étudier ici les différentes circonstances que peut présenter la convergence de séries trigonométriques.

Considérons une série de la forme suivante :

$$(1) \qquad \Sigma A_n \sin(\alpha_n t + \beta_n) = \varphi(t),$$

que nous supposerons convergente pour certaines valeurs de t. Elle peut être ou bien absolument convergente ou semi-convergente.

Laissons d'abord de côté les cas de semi-convergence et supposons que, toutes les fois que t satisfait aux inégalités

$$(2) \qquad -\tau < t < \tau,$$

la série (1) soit absolument convergente, de façon qu'on puisse changer l'ordre des termes sans en altérer la somme.

Il en résultera que les deux séries

$$(3) \quad \Sigma A_n \cos\beta_n \sin\alpha_n t = \tfrac{1}{2}[\Sigma A_n \sin(\alpha_n t + \beta_n) + \Sigma A_n \sin(-\alpha_n t + \beta_n)],$$
$$(4) \quad \Sigma A_n \sin\beta_n \cos\alpha_n t = \tfrac{1}{2}[\Sigma A_n \sin(\alpha_n t + \beta_n) + \Sigma A_n \sin(-\alpha_n t + \beta_n)]$$

seront séparément convergentes et que l'on pourra écrire

$$\Sigma A_n \sin(\alpha_n t + \beta_n) = \Sigma A_n \cos\beta_n \sin\alpha_n t + \Sigma A_n \sin\beta_n \cos\alpha_n t.$$

Si dans la série (4) on fait $t = 0$, on voit que la série $\Sigma A_n \sin\beta_n$ est absolument convergente, ce qui entraîne la convergence de la série (4) elle-même pour toutes les valeurs de t.

Considérons maintenant la série (3). Si nous multiplions le $n^{\text{ième}}$ terme de cette série par le facteur $2\cos\alpha_n t$, qui est plus petit que 2 en valeur absolue, nous obtiendrons la série

$$2\Sigma A_n \cos\beta_n \sin\alpha_n t \cos\alpha_n t = \Sigma A_n \cos\beta_n \sin 2\alpha_n t,$$

Digitized by Google

qui sera forcément convergente; ce qui montre que la série (3) converge toutes les fois que

$$-2\tau < t < 2\tau.$$

Si donc la série (3) converge pendant un certain intervalle de temps, elle convergera également pendant un intervalle double. En répétant indéfiniment ce raisonnement, on verrait qu'elle doit converger pour toutes les valeurs du temps.

Ainsi, *si la série* (1) *est absolument convergente dans un intervalle de temps si petit qu'il soit, elle le sera pour toutes les valeurs du temps.*

Mais il y a encore une distinction à faire. La convergence peut être *uniforme*, si l'erreur commise, lorsqu'on s'arrête au $n^{\text{ième}}$ terme de la série, reste pour toutes les valeurs du temps inférieure à une certaine quantité ρ_n ne dépendant que de n et tendant vers zéro quand n croît indéfiniment. Il peut arriver aussi que la série converge absolument sans converger uniformément.

Si la série (4) converge absolument, il en est de même de la série $\Sigma A_n \sin\beta_n$, et par conséquent de la série

$$\Sigma|A_n \sin\beta_n|, \tag{5}$$

où j'ai adopté la notation habituelle $|X|$ pour représenter la valeur absolue de X.

Le reste de la série (4) est évidemment plus petit en valeur absolue que le reste ρ_n de la série (5), lequel tend lui-même vers o, puisque nous venons d'en démontrer la convergence. La série (4) ne peut donc converger qu'uniformément.

Il n'en est pas de même de la série (3) où je poserai, pour abréger,

$$A_n \cos\beta_n = C_n, \quad A_n \sin\beta_n = B_n.$$

On voit aisément en effet que la série

$$2\sin\frac{t}{3} + 4\sin\frac{t}{9} + \ldots + 2^n \sin\frac{t}{3^n} + \ldots \tag{6}$$

converge absolument pour toutes les valeurs de t, mais ne converge pas uniformément.

Voici d'ailleurs quelles sont les conditions nécessaires et suffi-

Digitized by Google

santes de la convergence d'une série de la forme (3). Écrivons-la sous la forme

$$\Sigma C_n \sin \alpha_n t = \Sigma C_p \sin \alpha_p t + \Sigma C_q \sin \alpha_q t,$$

la première des séries partielles du second membre comprenant tous les termes pour lesquels le coefficient α_p est supérieur à une quantité donnée λ et la seconde tous les termes pour lesquels le coefficient α_q est inférieur à cette même quantité. Il faut alors et il suffit que les deux séries

$$\Sigma |C_p| \quad \text{et} \quad \Sigma |C_q \alpha_q|$$

soient convergentes.

On voit, par l'énoncé de ces conditions, que la série (3) peut converger, bien que la série $\Sigma |C_q|$ diverge ou même bien que le coefficient C_q puisse croître au delà de toute limite; c'est ce qui arrive en particulier dans les circonstances suivantes; soit α un élément quelconque du mouvement elliptique d'un astre; on est conduit à l'équation différentielle

$$\frac{d\alpha}{dt} = F,$$

F étant une série trigonométrique du temps dont les coefficients dépendent des divers éléments du mouvement. On trouvera alors comme première approximation pour la variation $\delta\alpha$ de l'élément α, en négligeant les carrés des masses,

$$\delta\alpha = \int_0^t F\,dt.$$

Le second membre se compose, en général, d'un terme séculaire et d'une série trigonométrique. Pour certaines valeurs *incommensurables* du rapport des moyens mouvements, cette série présente une convergence qui n'est pas uniforme. On peut toujours trouver dans un intervalle quelconque, si petit qu'il soit, une infinité de valeurs de ce rapport qui donnent une convergence non uniforme et une infinité de valeurs qui donnent une convergence uniforme.

Lorsqu'une fonction $\varphi(t)$ peut être représentée par une série trigonométrique *uniformément* convergente, en est certain que sa valeur absolue $|\varphi|$ restera finie quand le temps croîtra indéfiniment.

Digitized by Google

Il n'en est plus de même lorsque la convergence n'est pas uniforme. On peut démontrer seulement que, quand t croît indéfiniment, le rapport $\frac{|\varphi|}{t}$ tend vers o.

Si une série $\varphi(t)$ n'est pas uniformément convergente, mais que la série obtenue en la différentiant terme à terme converge uniformément, cette série représentera la dérivée $\frac{d\varphi}{dt}$ et le rapport $\frac{\varphi}{t}$ tendra vers zéro quant t croîtra indéfiniment.

Nous pourrons écrire en effet

$$\varphi = \sigma_q + \rho_q,$$

σ_q désignant la somme des q premiers termes de cette série φ. On aura

$$|\sigma_q| < s_q, \quad \left|\frac{d\rho_q}{dt}\right| < r_q,$$

s_q et r_q étant des constantes ne dépendant que de q. De plus, par hypothèse, on peut prendre q assez grand pour que r_q soit aussi petit que l'on veut. On aura alors

$$|\varphi| < s_q + r_q t,$$

ce qui montre que la limite du rapport $\frac{|\varphi|}{t}$ pour t infini est certainement plus petite que r_q et par conséquent qu'elle est nulle, puisque r_q peut être pris aussi petit que l'on veut.

Il en sera encore de même si la série $\varphi(t)$ est la somme de deux autres dont l'une est uniformément convergente et dont l'autre a sa dérivée uniformément convergente. Comme exemple de pareilles séries, je puis citer la série (1) elle-même, que je puis écrire

$$(7) \qquad \varphi(t) = \Sigma B_n \cos\alpha_n t + \Sigma C_p \sin\alpha_p t + \Sigma C_q \sin\alpha_q t,$$

en supposant que les coefficients α_p sont tous plus grands qu'une quantité λ et les coefficients α_p tous plus petits que λ. Il arrive alors que les deux premières séries du second membre de l'identité (7) convergent uniformément ainsi que la dérivée de la troisième.

Comme second exemple citons la série

$$\varphi_1(t) = \Sigma C_q \sin^2\alpha_q t,$$

en supposant que $\Sigma|C_q|$ diverge et que $\Sigma|C_q\alpha_q|$ converge.

Digitized by Google

La dérivée $\frac{d\varphi_1}{dt} = \Sigma C_q \alpha_q \sin 2\alpha_q t$ convergera uniformément.

Dans l'un et dans l'autre cas, le rapport $\frac{\varphi}{t}$ et $\frac{\varphi_1}{t}$ tend vers zéro pour t infini.

Posons maintenant

$$\psi(t) = \int_0^t \varphi(t) \sin \alpha_m t\, dt, \quad \theta(t) = \int_0^t \varphi(t) \cos \alpha_m t\, dt.$$

Nous supposerons que la série $\varphi(t)$ contient des termes en $\sin \alpha_m t$ et en $\cos \alpha_m t$ et que α_m soit plus grand que λ, de telle sorte que ce coefficient se trouve parmi ceux que nous avons appelés plus haut α_p. Il viendra

$$\begin{aligned} 2\psi(t) = 2 \sum \frac{B_n}{\alpha_n \pm \alpha_m} \sin^2 \frac{\alpha_n \pm \alpha_m}{2} t \\ + \sum \frac{C_p}{\alpha_m \pm \alpha_p} \sin(\alpha_m \pm \alpha_p) t + C_m t + \frac{\cos \alpha_m t}{\alpha_m} \Sigma C_q \sin \alpha_q t \\ + \sum \frac{C_q \alpha_q}{\alpha_m (\alpha_q \pm \alpha_m)} \sin(\alpha_m \pm \alpha_q) t. \end{aligned}$$

Toutes les séries qui entrent dans le second membre de cette relation sont des séries trigonométriques dont les dérivées sont uniformément convergentes. Si donc on divise par t un quelconque des termes de ce second membre (à l'exception du terme séculaire $C_m t$), la limite du quotient est nulle pour t infini. On déduit de là l'égalité

$$\lim \frac{|\psi|}{t} = \frac{|C_m|}{2}, \quad \text{pour } t = \infty.$$

On trouverait de même

$$\lim \frac{|\theta|}{t} = \frac{|B_m|}{2};$$

d'où la conséquence suivante :

Il est impossible que la valeur absolue $|\varphi|$ de la série $\varphi(t)$ reste constamment inférieure à $\frac{|C_m|}{2}$ ou à $\frac{|B_m|}{2}$.

On peut tirer de là quelques conclusions importantes. Parmi les séries de la forme (3), il peut y en avoir qui, quoique con-

Digitized by Google

vergentes, ont des coefficients plus grands que toute quantité donnée.

Telle est par exemple la série (6) dont le $n^{\text{ième}}$ coefficient est égal à 2^n. Il en résulte que la somme de ces séries peut croître avec le temps *au delà de toute limite*. Ainsi, pour démontrer qu'un système de k corps est *stable*, il ne suffit pas de faire voir que les distances mutuelles de ces corps peuvent être représentées par des séries trigonométriques convergentes, il faut encore que la convergence soit *uniforme*.

Une autre conséquence, c'est que la somme d'une série trigonométrique ne peut être constamment nulle, sans que tous les coefficients soient nuls, puisque cette somme ne peut rester constamment inférieure en valeur absolue à la moitié d'un quelconque des coefficients. Il en résulte encore qu'une même fonction ne peut être représentée par deux séries trigonométriques différentes, sans quoi la différence de ces deux séries aurait une somme nulle sans que tous les coefficients soient nuls.

Il peut se faire qu'une série trigonométrique, après avoir représenté une fonction dans un intervalle donné, représente une fonction toute différente dans un autre intervalle. C'est ce qui arrive, par exemple, aux séries que M. Callandreau a employées pour le calcul du mouvement de (103) Héra; mais une pareille difficulté n'est pas à craindre avec les séries habituellement employées, qui sont généralement choisies de façon à satisfaire formellement aux équations différentielles du mouvement. C'est ainsi que les séries de M. Lindstedt, en les supposant absolument convergentes, représenteraient les distances mutuelles des astres pour toutes les valeurs du temps.

Jusqu'ici nous avons supposé que les séries que nous considérions étaient absolument convergentes. Il reste à examiner le cas de la semi-convergence qui peut se présenter dans des circonstances trop variées pour que je les énumère toutes ici. Je me bornerai au cas suivant qui me paraît être le seul qu'on puisse rencontrer dans les applications. Soit

$$s_1 + s_2 + \ldots + s_n + \ldots$$

une série *absolument* convergente dont chaque terme est lui-même la somme d'une série trigonométrique absolument convergente. Il

Digitized by Google

peut arriver que, lorsqu'on a affaire à une série de cette forme, il soit impossible de changer l'ordre des termes sans altérer la convergence; il y a alors semi-convergence.

On peut être conduit à une pareille série dans l'application de la méthode des approximations successives. Supposons qu'en négligeant les carrés des masses on soit conduit à une série trigonométrique s_1. Quand on tiendra compte ensuite des carrés, en négligeant les cubes, on verra qu'il faut ajouter à la série s_1 une autre série trigonométrique s_2, et ainsi de suite. On sera ainsi amené à une série

$$s_1 + s_2 + \ldots + s_n + \ldots,$$

qui devra converger si la méthode peut donner une approximation indéfinie. C'est ce qui arrive dans la méthode de M. Lindstedt et dans d'autres analogues.

Ces séries peuvent converger dans un petit intervalle de temps sans converger pour toutes les valeurs de t. Je citerai comme exemple la série

$$2\sin^2 t - 4\sin^4 t + 8\sin^6 t - \ldots + (-1)^{n+1} 2^n \sin^{2n} t + \ldots,$$

dont chaque terme peut manifestement s'écrire sous forme de série trigonométrique et qui n'est convergente que si

$$t < \log \frac{1+\sqrt{3}}{\sqrt{2}}.$$

J'ai lieu de penser que les séries de M. Lindstedt sont semi-convergentes de la façon que je viens de dire, mais non absolument convergentes, d'où il résulterait qu'elles ne représenteraient les distances mutuelles que pendant un intervalle de temps limité.

En résumé :

La convergence d'une série trigonométrique peut être ou ne pas être *absolue*. Si elle est absolue, elle a lieu pour toutes les valeurs du temps. Si, au contraire, la série n'est que semi-convergente, cette semi-convergence ne subsistera en général que pendant un certain intervalle de temps.

Si la convergence est absolue, elle peut être ou ne pas être

Digitized by Google

uniforme. Si elle est uniforme, la fonction représentée par la série restera inférieure à une certaine limite; dans le cas contraire, cette fonction pourra croître indéfiniment.

Enfin une même fonction ne peut être représentée que d'une seule manière par une série trigonométrique absolument convergente.

CORRESPONDANCE.

Lettre de M. A. D'ABBADIE a M. TISSERAND.

On verra bientôt le jour où un réseau géodésique ne sera pas regardé comme achevé sans l'adjonction des latitudes astronomiques pour tous les sommets de ses triangles. Ce travail complémentaire demandera l'aide des volontaires de la Science et il en résultera bien des documents pour l'étude, encore si peu avancée, des attractions locales. Peut-être trouvera-t-on ainsi en France un fait analogue à cette anomalie, unique encore, que les astronomes russes ont signalée autour de Moscou.

Comme les grands cercles divisés ne peuvent guère être transportés sur des sommités souvent peu accessibles, on préférera employer un instrument qui permette de déterminer la latitude par les simples lectures d'un micromètre. La lunette zénithale joint à cet avantage celui d'être à l'abri de toute erreur dans la réfraction, mais les différentes lunettes de ce genre, proposées jusqu'ici, ont le grave inconvénient d'exiger un pilier spécial. C'est donc avec raison qu'on s'est borné à employer une lunette mobile munie d'un niveau à bulle d'air et destinée à observer les différences de déclinaison de deux étoiles qui, s'éloignant peu de la même ascension droite, culminent à des hauteurs à peu près égales, l'une au nord, l'autre au sud du zénith. Comme cette méthode a été employée avec succès par M. Talcott dans le Coast Survey, on lui en a attribué l'invention.

Ayant appris qu'elle était primitivement due à Pierre Horrebow et ne pouvant en retrouver la citation, j'ai invoqué l'aide de M. C.-F. Pechüle, l'astronome danois bien connu. Voici ce qu'il a bien voulu m'écrire à ce sujet de Copenhague :

Digitized by Google

« La méthode de déterminer la latitude géographique par la différence des hauteurs de deux étoiles, de déclinaisons connues et qui culminent à peu près à la même hauteur au nord et au sud du zénith, a en effet été inventée par Horrebow. Il expose cette méthode dans son Livre *Atrium Astronomiæ,* qui fut publié la première fois en 1732 et qu'il dédia *serenissimo principi glorioso regum Franciæ progenito Domino Ludovico Borbonio, comiti Claromontis, Societatis artium quæ Parisiis floret protectori,* sur la proposition duquel il avait été élu membre de l'Académie des Sciences. Dans le *Caput septimum* de ce Livre qui traite *De elevatione poli in turri astronomica,* il donne trois méthodes dont la *Methodus tertia* (§ 100-115) est précisément celle dont il s'agit. Il recommande à l'attention des astronomes ce nouveau procédé qu'il appelle « méthode des hauteurs réciproques ». Il en signale les deux grands avantages, c'est-à-dire la petitesse de l'angle (différence de hauteur) à mesurer par le micromètre à fil, et l'élimination de l'effet de la réfraction. Il fait remarquer combien cette méthode est commode dans les voyages : il explique en outre que, pour trouver l'élévation du pôle moyennant cette méthode, on se sert du même instrument (*machina azimutalis*) qu'on emploie pour trouver la direction du pôle, ou le méridien, par la méthode des hauteurs correspondantes. Il donne enfin quatre exemples de l'emploi de la méthode et il y tire parti de la circonstance qu'au solstice d'été le Soleil avait alors à Copenhague la même hauteur méridienne, ou à peu près, que la polaire à sa culmination supérieure.

« Il est donc hors de doute que la méthode a été inventée par Horrebow il y a un siècle et demi, et, quoiqu'elle porte assez généralement le nom de Talcott, je trouve cependant que le Dr W. Schur, en se servant d'elle dans les *Astronomische Nachrichten,* n° 2497, lui donne sans façon le nom de *méthode d'Horrebow.* Cet astronome naquit à Lösgstör en Jylland, dans le royaume de Danemark, le 14 mai (ancien style) 1679 et mourut à Copenhague le 15 avril 1764. »

Digitized by Google

OBSERVATIONS

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS (ÉQUATORIAL DE $0^m,38$, TOUR DE L'EST);

PAR MM. HENRY.

Premier satellite d'Uranus (Ariel).

1884.		Heure de l'obs.	Distance.	Angle de pos.	N. de comp.
		h m s	"	°	
AVRIL	23.....	8.55.49	12,65		20
	23.....	9. 9.19		18,1	6
	25.....	11.36.40	12,15		20
	25.....	11.50.35		9,0	6
	28.....	9.20.42	14,04		20
	28.....	9.33.48		20,9	6
MAI	23.....	9.39.59	14,49		20
	23.....	9.52.49		15,7	6
	28.....	10.17.51	15,34		20
	28.....	10.29.34		13,2	6

Deuxième satellite d'Uranus (Umbriel).

AVRIL	1.....	11.47.20	20,98		20
	1.....	11.57.1		14,2	6
	28.....	10.12.35	17,45		20
	28.....	10.31.5		194,3	6
MAI	17.....	9.35.33	19,54		20
	17.....	9.49.56		18,7	6

Troisième satellite d'Uranus (Titania).

AVRIL	1.....	11.21.49	29,28		20
	1.....	11.31.26		189,6	6
	24.....	8.58.50	32,98		20
	24.....	9. 9.50		17,9	6
	25.....	10.42.7	17,72		20
	25.....	10.52.33		32,0	6
MAI	12.....	11.43.48	24,08		20
	12.....	11.52.26		24,0	6
	14.....	11. 8.41	19,91		20
	14.....	11.21.12		184,3	6
	16.....	10.58.41	29,30		20
	16.....	11. 9.15		198,3	6
	20.....	10.13.15	33,14		20
	20.....	10.22.14		17,4	6
	21.....	9.20.43	20,86		20

Digitized by Google

Dates.		Heure de l'obs.	Distance.	Angle de pos.	N. de comp
		h m s	"	°	
Mai	21.....	9.32.16		24,1	6
	23.....	10.49.36	24,04		20
	23.....	11. 1.52		189,8	6
	28.....	9.51.24	31,58		20
	28.....	9.59.5		13,0	6

Quatrième satellite d'Uranus (Obéron).

Avril	19.....	11.30.14	33,49		20
	19.....	11.41.22		192,8	6
	22.....	11.33.15	33,12		20
	22.....	11.43.30		24,8	6
Mai	9.....	9.47.51	33,47		20
	9.....	9.58.41		189,2	6
	12.....	11.18.19	34,99		20
	12.....	11.29.49		202,6	6
	17.....	9. 4.15	44,53		20
	17.....	9.16.7		14,4	6
	20.....	10.40.2	16,28		20
	20.....	10.52.25		40,7	6
	26.....	10.17.29	26,18		20
	26.....	10.32.25		204,5	6

OBSERVATIONS DES PETITES PLANÈTES,

FAITES AU GRAND INSTRUMENT MÉRIDIEN DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS, PENDANT LE PREMIER TRIMESTRE DE L'ANNÉE 1884;

PAR M. H. RENAN.

Dates 1884.		T. m. de Paris.	Æ.	Corr. éph.	D. P.	Corr. éph
			(1) Cérès.			
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Janv.	3...	9.38.53	4.30.33,34	+ 0,21	68. 3.55,9	+ 0,7
	7...	9.20.49	4.28.11,98	+ 0,21	67.54. 4,9	— 1,1
	9...	9.11.57	4.27.11,56	+ 0,38	67.49. 1,7	— 1,1
	24...	8. 9.10	4.23.23,07	+ 0,25	67. 7.40,4	— 1,6
			(72) Feronia (1).			
Janv.	3...	10.25. 6	5.16.54,15	»	74.31.38,2	»

(1) On n'a pu s'assurer si l'astre observé était bien la planète.

Digitized by Google

Dates 1884.	T. m. de Paris.	Æ.	Corr. éph.	D. P.	Corr. éph.
		(8) Flore.			
	h m s	h m s		° ′ ″	″
3...	10.31.27	5.23.16,31	»	70.25.25,6	»
9...	10. 3.24	5.18.47,99	»	69.59.15,5	»
		(59) Olympia.			
Janv. 3...	11. 8.20	6. 0.15,06	+ 0,64	»	»
9...	10.39.50	5.55.19,08	+ 0,67	79.28.29,2	— 2,7
		(3) Junon.			
Janv. 9...	11.32.27	6.48. 4,75	+10,24	88.32.40,8	— 3,5
11...	11.22.55	6.46.24,46	+10,24	88.18.26,4	— 4,7
24...	10.22.44	6.37.18,52	+ 9,60	86.27.13,9	— 4,0
29...	10. 0.41	6.34.54,90	+ 9,35	85.38.26,6	— 4,8
Févr. 7...	9.22.54	6.32.30,58	+ 8,66	84. 7.24,3	— 0,1
11...	9. 6.55	6.32.15,78	+ 8,49	83.26.47,0	— 0,3
12...	9. 3. 0	6.32.16,78	+ 8,41	83.16.41,0	— 1,0
20...	8.32.48	6.33.31,91	+ 7,99	81.57.42,8	— 1,6
27...	8. 7.56	6.36.11,76	+ 7,42	80.52.24,1	— 2,4
29...	8. 1. 5	6.37.12,95	+ 7,41	80.34.36,6	— 1,0
Mars. 1...	7.57,42	6.37.45,90	— 7,29	80.25.51,4	— 1,1
5...	7.44.26	6.40.13,54	+ 6,84	79.51.56,7	— 0,8
		(12) Victoria.			
Janv. 24...	10.42.34	6.57.12,41	— 6,19	77.37. 7,3	+ 1,3
		(9) Métis.			
Janv. 24...	10.54.13	7. 8.53,32	— 8,67	60.19.13,3	— 1,3
		(21) Lutetia.			
Janv. 24...	11.12.22	7.27. 4,75	— 7,13	65.20.29,7	— 8,1
		(230) Athamantis.			
Févr. 7...	11.13.22	8.23.17,07	»	85.56. 3,6	»
12...	10.49.16	8.18.50,03	»	85.35.46,6	»
20...	10.11.47	8.12.47,01	»	84.59.41,5	»
		(78) Diane.			
Févr. 20...	11.31.25	9.32.38,70	»	72.54.58,8	»
23...	11.16.45	9.29.45,37	»	73. 0.44,7	»

Digitized by Google

Dates 1884.	T. m. de Paris.	Æ	Corr. eph.	D. P.	Corr. eph
		(78) Diane.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Févr. 25...	11. 7. 4	9.27.55,69	»	73. 4.53,5	»
27...	10.57.28	9.26.11,33	»	73. 9.35,0	»
29...	10.47.58	9.24.32,98	»	73.14.39,7	»
Mars 1...	10.43.16	9.23.46,38	»	73.17.22,4	»
5...	10.24.43	9.20.56,94	»	73.29. 8,4	»
13...	9.49. 9	9.16.49,68	»	73.57.22,9	»
17...	9.32.11	9.15.34,70	»	74.13.38,5	»
18...	9.28. 1	9.15.20,92	»	74.17.56,2	»
19...	9.23.54	9.15. 9,33	»	74.22.15,3	»
20...	9.19.48	9.14.59,95	»	74.26.45,0	»
		(115) Thira.			
Févr. 20...	11.51.34	9.52.50,55	»	84.33.11,1	»
23...	11.36.29	9.49.32,76	»	84.28.49,1	»
25...	11.26.29	9.47.23,97	»	84.25.42,9	»
27...	11.16.32	9.45.19,09	»	84.22.32,6	»
29...	11. 6.40	9.43.18,08	»	84.19.11,5	»
Mars 1...	11. 1.45	9.42.19,25	»	84.17.35,1	»
5...	10.42.20	9.38.36,97	»	84.11. 4,6	»
		(57) Mnémosyne.			
Mars 5...	11. 3.43	10. 0. 3,94	»	93.42.58,8	»
13...	10.27.39	9.55.26,37	»	92.38.41,0	»
		(196) Philomèle.			
Mars 5...	11. 6.44	10. 3. 4,82	»	67.12. 8,9	»
17...	10.11.54	9.55.24,05	»	66.49.59,8	»
18...	10. 7.26	9.54.52,24	»	66.48.54,2	»
19...	10. 2.59	9.54.21,39	»	66.48.17,2	»
20...	9.58.34	9.53.51,84	»	66.47.42,7	»
24...	9.41. 4	9.52. 5,56	»	66.46.59,8	»
25...	9.36.45	9.51.42,28	»	66.47.11,5	»
28...	9.23.55	9.50.39,56	»	66.48.42,1	»
29...	9.19.41	9.50.21,21	»	66.49.36,3	»
		(196) Eunomia.			
Mars 12...	11.43.46	11. 7.48,62	+15,00	100.42.29,6	+112,3
13...	11.38.56	11. 6.54,48	+14,63	100.38.16,2	+112,1
14...	11.34. 7	11. 6. 1,21	+14,77	100.33.57,7	+113,5
15...	11.29.18	11. 5. 8,13	+14,71	100.29.31,0	+113,1
17...	11.19.42	11. 3.23,56	+14,72	100.20.19,3	+111,7
18...	11.14.55	11. 2.32,14	+14,78	100.15.37,4	+112,9
19...	11.10. 8	11. 1.41,03	+14,56	100.10.51,5	+115,2

Digitized by Google

Dates 1884.	T. m. de Paris	Æ	Corr. éph.	D. P.	Corr. éph.
		(15) Eunomia.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Mars 20...	11. 5.22	11. 0.50,88	—14,64	100. 5.57,0	+113,4
24...	10.45.25	10.56.37,17	+14,34	99.45.46,4	+113,0
		(79) Eurynome.			
Mars 15...	11.21.42	10.57.30,76	»	88.11.48,2	»
17...	11.12.11	10.55.51,67	»	87.57.33,1	»
18...	11. 7.27	10.55. 3,64	»	87.50.29,4	»
19...	11. 2.44	10.54.16,06	»	87.43.33,5	»
20...	10.58. 2	10.53.29,39	»	87.36.38,6	»
24...	10.39.22	10.50.33,14	»	87. 9.35,4	»
28...	10.21. 1	10.47.55,46	»	86.44. 2,0	»
29...	10.16.29	10.47.19,06	»	86.38. 7,5	»
		(11) Parthénope.			
Mars 17...	11.21. 8	11. 4.49,77	— 2,06	78.40. 1,1	— 12,0
18...	11.16.22	11. 3.59,23	— 2,01	78.34. 6,0	— 11,9
20...	11. 6.51	11. 2.19,79	— 2,27	78.22.41,8	— 10,0
24...	10.47.59	10.59.11,16	— 2,07	78. 1.33,1	— 12,4
28...	10.29.23	10.56.18,14	»	77.43. 3,5	»
29...	10.24.46	10.55.37,40	»	77.38.49,3	»
		(61) Danaé.			
Mars 17. .	11.47.16	11.31. 2,19	— 1,36	»	»
19...	11.37.40	11.29.17,46	— 1,40	97.56.39,0	— 5,6
20...	11.32.52	11.38.25,65	— 1,18	97.54.34,1	+ 8,7
24...	11.13.44	11.25. 0,64	— 1,24	97.45.27,9	+ 7,2
29...	10.49.59	11.20.54,81	— 1,25	»	»
		(82) Alcméne.			
Mars 17...	11.50.29	11.34.15,96	+ 0,42	84.14.24,9	— 0,4
18...	11.45.43	11.33.25,64	+ 0,48	84.10.46,2	— 0,6
19...	11.40.58	11.32.35,75	+ 0,49	84. 7.14,7	— 0,3
20...	11.36.12	11.31.46,36	+ 0,45	84. 3.49,4	+ 1,9
24...	11.17.19	11.28.35,87	+ 0,44	83.51. 4,3	+ 0,9
28...	10.58.39	11.25.39,67	+ 0,30	83.40.15,7	— 1,0
29...	10.54. 2	11.24.58,51	+ 0,42	83.37.56,5	+ 0,9
		(189) Phthia.			
Mars 19...	10.46.25	10.37.54,55	»	86.35.42,5	»
20...	10.41.46	10.37.11,62	»	86.28.46,6	»
28...	10. 5.23	10.32.14,68	»	85.36.17,8	»
29...	10. 0.56	10.31.43,46	»	85.30.24,6	»

Digitized by Google

Les comparaisons de Cérès et de Junon se rapportent aux éphémérides du *Nautical Almanac;* celles de Parthénope et d'Alcmène aux éphémérides publiées dans le n° 1 du *Bulletin astronomique;* les autres aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch.*

Les observations des 11 janvier, 11 et 12 février, 12, 14 et 15 mars ont été faites par M. *P. Puiseux,* toutes les autres par M. *H. Renan.*

ÉPHÉMÉRIDE DE (17) THÉTIS

(9°,7 GRANDEUR);

PAR M. WILHELM LUTHER, A DÜSSELDORF.

(L'éphéméride est calculée pour 12h, temps moyen de Berlin.)

AOUT 1884.

Dates.	Æ	(D	log. Δ.	T. de l'aberr.
	h m s	° ′		m s
9.....	22.23.59,1	—13.48,2	0,11581	10.50
10.....	23.12,7	—13.56,0	11531	49
11.....	22.25,5	—14. 3,9	11490	48
12.....	21.37,4	11,7	11457	48
13.....	20.48,5	19,6	11433	47
14.....	19.59,0	27,4	11416	47
15.....	19. 8,8	35,3	11408	47
16.....	18.18,0	43,2	11409	47
17.....	17.26,8	51,0	11418	47
18.....	16.35,2	—14.58,8	11436	48
19.....	15.43,3	—15. 6,6	11462	48
20.....	14.51,2	14,3	11497	48
21.....	13.59,0	21,9	11540	49
22.....	13. 6,9	29,4	11593	50
8 23.....	12.14,9	36,9	11654	51
24.....	11.23,0	44,2	11723	52
25.....	10.31,3	51,5	11801	53
26.....	9.39,7	—15.58,6	11887	54
27.....	8.48,4	—16. 5,6	11981	56
28.....	7.57,5	12,6	12083	57
29.....	7. 7,2	19,4	12193	10.59
30.....	6.17,6	26,1	12312	11. 1
31.....	22. 5.28,6	—16.32,6	0,12438	11. 3

SEPTEMBRE.

1.....	22. 4.40,3	—16.39,0	0,12572	11. 5
2.....	3.52,8	45,2	12714	7

Digitized by Google

SEPTEMBRE.

Dates.	Æ	⦶	log. Δ.	T. de l'aberr.
	h m s	° ′		m s
3.....	22. 3. 6,1	—16.51,2	0,12864	11. 9
4.....	2.20,2	—16.57,1	13021	12
5.....	1.35,3	—17. 2,8	13186	14
6.....	0.51,3	8,3	13357	17
7.....	22. 0. 8,3	13,7	13534	20
8.....	21.59.26,4	18,9	13718	22
9.....	58.45,6	24,0	13907	25
10.....	21.58. 5,8	—17.28,9	0,14102	11.29

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

VIERTELJAHRSSCHRIFT DER ASTRONOMISCHEN GESELLSCHAFT. Herausgegeben von den Schriftführern, E. Schœnfeld und H. Seeliger. — 18e année, 4e fascicule. Leipzig, 1883.

Ce fascicule du Bulletin de la Société astronomique est rempli tout entier par le compte rendu de la 10e session, tenue à Vienne du 14 au 17 septembre dernier. La première séance a été occupée en partie par l'exposé de la situation financière de la Société, qui compte aujourd'hui trois cents et quelques membres, dont la moitié environ sont sociétaires perpétuels. On a entendu ensuite diverses Communications scientifiques qui ont donné lieu à des débats intéressants.

M. Gyldén a fait connaître l'état des travaux entrepris par l'observatoire de Stockholm et qui ont pour objet le développement des perturbations absolues des grandes planètes, sous une forme tout à fait nouvelle. M. Oudemans a profité de l'occasion pour exposer les résultats d'une vérification à laquelle il a soumis les nombres donnés par Le Verrier pour les variations séculaires des éléments de Mercure, de Vénus, de la Terre et de Mars, vérification qui lui a fait découvrir quelques erreurs sans importance. Avec les données ainsi rectifiées, il a construit les courbes qui représentent les mouvements séculaires des centres des orbites et ceux de leurs pôles.

M. Bruns a présenté des remarques sur la théorie des réfractions astronomiques. Il propose de renverser le problème et de faire servir les réfractions observées à la recherche de la loi de décroissement des températures, au lieu de partir d'une hypothèse sur ce décroissement pour cal-

Digitized by Google

culer les réfractions. Pour y parvenir, on chercherait à déterminer la variation de la réfraction R avec l'altitude, en partant de l'équation aux dérivées partielles

$$(1+\xi^2)\frac{\partial R}{\partial \xi}+\xi\frac{\partial R}{\partial \eta}=\frac{d\log\mu}{d\eta},$$

où $\xi = \cot z$ dépend de la distance zénithale z, tandis que $\eta = \log(r\mu)$ dépend de l'altitude de la station et de l'indice de réfraction μ.

[On arrive à cette équation en remarquant que, d'une part, z et η étant deux variables indépendantes,

$$dR = \frac{\partial R}{\partial z}dz + \frac{\partial R}{\partial \eta}d\eta,$$

et de l'autre, z étant l'angle d'incidence de la trajectoire,

$$dR = -\frac{r\,d\mu}{d(r\mu)}dz,$$

en même temps que

$$r\mu\sin z = \text{const.},\quad d\eta + \xi\,dz = 0.]$$

Pour représenter les réfractions observées dans une station donnée, M. Bruns emploie les formules empiriques

$$R = \frac{a\sin\psi}{1+b\cos\psi}+\frac{a'\sin\psi}{1+b'\sin\psi},$$
$$\operatorname{tang}\psi = c\operatorname{tang}z,$$

où figurent les paramètres indéterminés a, b, a', b', c. Il nous semble que la série

$$R = a\zeta + a'\zeta^3 + a''\zeta^5 + \ldots,$$

où

$$\zeta = \operatorname{tang}\tfrac{1}{2}\psi,\quad \operatorname{tang}\psi = c\operatorname{tang}z,$$

serait d'un usage plus commode. Mais il faut attendre que M. Bruns ait publié le Mémoire où il se propose de développer sa méthode, pour juger des résultats pratiques qu'elle pourra donner.

M. Weiss annonce la publication de deux nouveaux Volumes des *Annales* de l'observatoire de Vienne, dont l'un contiendra une longue série d'observations de taches solaires, et l'autre des observations de planètes et de comètes.

M. Pickering rend compte d'une revision photométrique des étoiles du grand Catalogue de Bonn (*Durchmusterung*), commencée depuis 1882 à l'observatoire de Harvard College, et qui doit porter sur environ 8000 étoiles situées près des limites des zones que les observatoires associés se sont distribuées. Pour ces étoiles, on aura donc les estimations de Bonn, celles des deux observatoires qui les ont rencontrées dans leurs zones, et

Digitized by Google

enfin les comparaisons effectuées à Harvard College. Ces observations sont faites par MM. Pickering et Wendell. On y emploie un grand photomètre méridien, qui permet d'estimer les grandeurs par comparaison avec λ Petite Ourse; on a soin de comparer cette étoile elle-même, dans le cours de la soirée, à quelques étoiles prises dans un groupe de cent circompolaires, afin d'éliminer les variations d'éclat qu'elle pourrait subir. Ce travail est la continuation de celui qui a servi à préparer le Catalogue photométrique de 4260 étoiles des six premières grandeurs, fondé sur plus de 90000 comparaisons, et actuellement en cours de publication. On se trouvera ainsi en possession de précieux matériaux pour la fixation d'une échelle type, à laquelle on pourra rapporter les échelles parfois discordantes des Catalogues. Le travail demandera probablement cinq ans.

M. Förster, directeur de l'observatoire de Berlin, discute les moyens qu'on pourrait employer pour s'assurer de la précision des lectures des microscopes. Il signale aussi à l'attention des astronomes les irrégularités qui se manifestent dans le mouvement des bulles d'air de certains niveaux, et qui paraissent avoir pour cause des modifications chimiques des surfaces. L'emploi d'un verre de mauvaise qualité, c'est-à-dire facilement altérable, comme la plupart des verres qu'on trouve aujourd'hui dans le commerce, devrait être évité par les constructeurs d'instruments de précision, et M. Förster a pris des mesures pour assurer à l'avenir la fabrication d'un verre suffisamment durable, pouvant servir à la construction des niveaux, des baromètres, etc. M. Oudemans dit que les irrégularités qu'il a plus d'une fois constatées dans la marche de ses niveaux étaient occasionnées par des dépôts d'impuretés qui se séparent de l'éther et qu'il faut enlever de temps à autre par un nettoyage mécanique.

M. Lehmann-Filhès présente les bonnes feuilles de son Mémoire sur la détermination des orbites des courants météoriques. Il s'est attaché à simplifier autant que possible le calcul des orbites paraboliques par des Tables auxiliaires annexées à son Mémoire.

On sait que, pour éviter les doubles emplois, feu M. Bruhns s'était pendant longtemps constitué l'intermédiaire entre les astronomes qui comptaient entreprendre des recherches concernant des comètes déterminées. M. Weiss s'offre gracieusement à le remplacer pour cette centralisation des travaux. M. d'Oppolzer, à cette occasion, annonce qu'il a fait commencer un travail d'utilité générale qui épargnera aux astronomes des calculs fastidieux : en prenant pour point de départ ses Tables de syzygies déjà publiées, il fait préparer les éléments de toutes les éclipses de Soleil, depuis l'an 1207 av. J.-C. jusqu'à l'an 2200 de notre ère. Il a, de plus, publié des Tables abrégées pour le calcul des éclipses de Lune, qui serviront à calculer ces éclipses pour la même période de temps.

Des treize observatoires qui se sont partagé les zones du ciel boréal.

Digitized by Google

neuf ont envoyé des Rapports sur l'état d'avancement de leurs travaux : ce sont les observatoires de Kazan, Helsingfors (et Gotha), Cambridge (États-Unis), Bonn, Lund, Cambridge (Angleterre), Berlin, Leipzig, Nikolaïef; on n'a pas reçu de Rapport spécial des observatoires de Dorpat, Christiania, Leyde, Albany, mais il est à la connaissance du bureau que les travaux y sont à peu près terminés. Il résulte de l'ensemble de ces renseignements que les matériaux pour le grand Catalogue sont presque entièrement prêts, et que les réductions sont achevées aux deux tiers. Quant à la publication, elle rencontre encore des difficultés matérielles. Pour les zones australes, les travaux ne sont pas encore sortis de la phase préparatoire; on ne s'en occupe encore sérieusement qu'à Bonn. Au Cap et à Leyde, on a commencé l'observation des étoiles fondamentales, et les observatoires de Melbourne, de Sydney, de Naples ont promis leur concours.

M. d'Oppolzer fait une Communication sur le pendule réversible. M. Adolphe Steinheil donne lecture d'une Note sur la théorie des lunettes brisées à prisme; il explique de quelle manière il faut corriger les surfaces de l'objectif pour compenser la perturbation que l'emploi du prisme apporte notamment dans les conditions d'achromatisme de l'image.

M. Förster expose les résultats de ses recherches sur les mouvements périodiques du pilier qui supporte les instruments méridiens de l'observatoire de Berlin, résultats déduits de quarante années d'observations. Il paraîtrait que le pilier éprouve une torsion qui dépend d'influences thermiques, et qui laisse reconnaître non seulement une période annuelle, mais encore la période de onze ans des taches solaires; la radiation solaire semble augmenter aux époques des maxima.

M. Gould donne, à son tour, quelques détails sur ses observations touchant le même sujet. L'existence d'une rotation diurne des piliers lui paraît démontrée pour la plupart des instruments méridiens; il l'a constatée lui-même dans ses stations sur les côtes américaines; M. Fergola et d'autres astronomes ont ensuite confirmé ses résultats. A Cordoba, le peu de stabilité du sol sur lequel l'observatoire est bâti n'a pas encore permis d'obtenir, à cet égard, une certitude absolue, mais on croit cependant avoir constaté une rotation en sens inverse de celle qu'on observe dans l'hémisphère boréal. En ce qui concerne l'influence des taches sur la radiation et la chaleur solaires, M. Gould a trouvé, par la discussion des observations thermométriques de Buenos-Ayres, de Bahia, etc., que la radiation diminue aux époques des maxima, résultat qui, pour beaucoup de raisons, semble plus conforme à la nature des choses que l'augmentation soupçonnée par M. Förster.

M. Folie a communiqué les résultats de ses recherches sur la nutation diurne qui doit se manifester si la Terre est composée d'un noyau

Digitized by Google

liquide et d'une mince pellicule solide, pour laquelle la différence entre les moments d'inertie A, B peut devenir sensible. D'après les calculs de M. L. de Ball, qui a essayé de la déduire des observations de Struve, la constante de cette nutation diurne s'élèverait à environ $0'',05$; elle pourrait, dans certains cas, produire des écarts de $0'',5$ dans les déclinaisons observées (1). M. Folie est aussi arrivé à des résultats nouveaux concernant la nutation annuelle.

M. Janssen donne lecture d'une Note sur l'éclipse totale du 6 mai 1883, observée à l'île Caroline, dans l'océan Pacifique. Il croit pouvoir affirmer qu'en général la lumière de la couronne fournit le spectre fraunhoférien complet (en dehors des raies brillantes propres à la couronne). Il y a donc là une abondante quantité de lumière d'origine solaire qui ne peut être due qu'à une réflexion, et, comme nous savons que les gaz qui forment l'atmosphère coronale sont très rares, on se trouve conduit à admettre que cette réflexion est produite par des corpuscules solides ou liquides circulant autour du Soleil. Les photographies montrent que la couronne est un phénomène *limité,* car les images obtenues avec des objectifs de pouvoirs très différents, mais correspondant à une même durée de l'action lumineuse de cinq minutes, ont sensiblement la même étendue; quand la pose est assez longue en raison du pouvoir lumineux de l'instrument, une durée plus grande n'ajoute pas sensiblement à l'étendue de l'image. Enfin la couronne a conservé des formes fixes pendant la durée de la totalité. La part de la diffraction dans la couronne est, sinon nulle, au moins très faible.

M. Elkin rend compte des résultats auxquels conduisent les recherches qu'il a entreprises avec M. Gill sur les parallaxes des étoiles. M. Pechüle critique les vues théoriques récemment émises par M. Stone sur le changement de l'unité de temps. M. Oudemans fait observer, de son côté, qu'en faisant usage des Volumes du *Nautical Almanac* pour 1836, 1863 et 1885, on trouve, d'une part (Tables anciennes):

$$28^{\text{ans}} = 10227 \text{ j. m.} = 10255 \text{ j. sid.} + 0^h 0^m 51^s,06,$$

et de l'autre (Tables nouvelles):

$$22^{\text{ans}} = 8036 \text{ j. m.} = 8058 \text{ j. sid.} + 0^h 2^m 38^s,51.$$

Or la valeur du jour moyen qui résulte du premier calcul, fondé sur les Tables anciennes, donnerait

$$8036 \text{ j. m.} = 8058 \text{ j. sid.} + 0^h 2^m 38^s,415;$$

(1) Un nouveau calcul, fondé cette fois sur les observations de M. Nyrén, a donné à M. de Ball des résultats tout à fait différents, et lui a inspiré des doutes sur l'exactitude de la théorie de la nutation diurne (*A. N.*, n° 2595).

Digitized by Google

la différence n'est que de $0^s,09$; nous sommes loin des 28^s que l'on devrait trouver d'après M. Stone.

M. Weiss présente des dessins de la couronne solaire, envoyés par M. Huggins, ainsi qu'une série de dessins de Jupiter, de Saturne et de divers paysages lunaires, que M. Mathey-Guenet a pu faire à l'aide de la lunette de 27 pouces ($0^m,673$) que possède maintenant l'observatoire de Vienne.

M. Bruns annonce qu'il va entreprendre des expériences destinées à faire connaître l'influence du mode de suspension du pendule sur la marche d'une horloge astronomique. M. Safarik recommande pour la construction des niveaux le verre réfractaire que fournit la maison Kawalier, à Sàzawa (Bohême), et il propose d'y remplacer l'éther par certains carbures d'hydrogène que l'on retire du pétrole, et qui se distinguent par une grande fluidité, tout en étant très peu altérables.

Pour éteindre le spectre secondaire des lunettes achromatiques, lorsqu'on fait usage d'un fort grossissement, M. Mittenzwey a proposé d'employer une solution alcaline de fluorescine (*Astronomische Nachrichten,* n° 2323). M. Safarik dit que depuis longtemps il emploie, dans le même dessein, un mélange de gomme-gutte et de baume du Canada, dont il indique la préparation; étendu entre deux lames de verre, ce mélange fournit des écrans parfaitement transparents, qui donnent aux images une remarquable netteté en absorbant les rayons bleus.

Enfin M. Safarik rend compte des résultats qu'il a obtenus avec des miroirs en bronze argenté. Beaucoup moins altérables que les miroirs de verre, dont l'argenture adhère moins fortement, les miroirs de bronze sont aussi plus faciles à construire, et bien moins cassants. L'observatoire de Prague a un réflecteur de ce genre, monté en altazimut, et dont l'oculaire représente l'axe de rotation horizontal (comme dans le chercheur que William Herschel avait construit pour sa sœur Caroline).

L'alliage qui a donné les meilleurs résultats est le bronze phosphoré (renfermant vingt parties d'étain et une partie de phosphore); ce métal, d'un gris jaune, est susceptible d'un superbe poli, ne se ternit pas à l'air, et peut être employé, au besoin, sans argenture, car la teinte jaunâtre de l'image est très peu gênante. M. Safarik a aussi essayé de le recouvrir d'une couche de palladium, qui donne des images très blanches, et ne s'altère pas à l'air.

Ajoutons, pour terminer, que la prochaine réunion de la Société aura lieu à Genève, en 1885.

R. Radau.

Digitized by Google

ASTRONOMISKA IAKTTAGELSER OCH UNDERSÖKNINGAR ANSTÄLDA PÅ STOCKHOLMS OBSERVATORIUM, utgivna af Hugo Gyldén, Kongl. vetenskaps-academiens astronom. ([1]), in-4°, t. I; 1877-1880.

Les *Annales de l'observatoire de Stockholm* contiennent, comme le titre l'indique, des observations et des recherches théoriques. On trouve dans ce premier Volume, partagé en plusieurs fascicules qui ont paru à différentes époques, des observations méridiennes, effectuées avec un cercle méridien de Reichenbach, de $0^m,11$ d'ouverture, en même temps qu'un *Recueil de Tables contenant les développements numériques à employer dans le calcul des perturbations des comètes.* Les Tableaux des observations et le Recueil de Tables sont précédés par des introductions étendues, et l'analyse qui suit leur est consacrée; les vues originales de l'éminent directeur de l'observatoire de Stockholm leur donnent un intérêt particulier.

M. Gyldén commence par indiquer le but dans lequel ont été instituées les observations méridiennes à Stockholm. Une des questions les plus intéressantes de l'Astronomie stellaire est de savoir si on a le droit d'admettre en général une liaison entre les déplacements des étoiles quand on laisse de côté les mouvements des systèmes partiels et ceux qu'on appelle *parallactiques.* La plupart des mouvements propres connus jusqu'à présent ont été déduits à l'aide des observations de Bradley faites au milieu du siècle dernier. Par suite de la connaissance de ces mouvements apparents, on a obtenu la certitude de la translation du système solaire, et l'on a même pu déterminer approximativement sa direction; mais on est encore dans l'ignorance sur les liaisons qui doivent exister entre les étoiles, et on ne les a pas distribuées en groupes ou, suivant l'expression usitée dans la Mécanique, en systèmes.

Quoi qu'il en soit, il y a des motifs pour penser que, parmi les étoiles formant le système qu'on pourrait appeler le nôtre, beaucoup sont venues y prendre place, comme les comètes au milieu des planètes. Abstraction faite des étoiles doubles ou multiples, il y a des étoiles qui offrent dans leurs mouvements tellement d'analogie qu'on ne peut s'empêcher de croire à une origine commune; par la suite elles sont écartées, soit, comme l'indique M. E.-J. Stone, dans une Note sur l'analogie des mouvements de quelques étoiles australes (*Monthly Notices,* nov. 1879), en

([1]) *Observations et recherches astronomiques faites à l'observatoire de Stockholm,* publiées par M. Hugo Gyldén, astronome de l'Académie royale des Sciences. — L'observatoire de Stockholm possède avec le cercle méridien de Reichenbach un équatorial de 7 pouces construit par Repsold. M. Gyldén s'est récemment servi de cet instrument, qui possède une grande stabilité, pour déterminer les parallaxes de 18 étoiles.

Digitized by Google

approchant de masses perturbatrices considérables, soit par d'autres raisons que M. Gyldén mentionne dans son Mémoire *Ueber die Bahn eines materiellen Punktes,* etc., et qui jettent beaucoup de jour sur plusieurs points d'Astronomie stellaire.

En rapprochant d'abord les systèmes d'étoiles du système solaire, on supposerait un système ou corps central agissant sur les masses voisines en raison inverse du carré de la distance; mais on a aussi des motifs pour concevoir la masse des étoiles répartie à peu près uniformément autour du ciel, et leur action sur une étoile peut être assimilée à celle d'un centre de force placé au centre de gravité de l'ensemble et agissant proportionnellement à la distance de ce point à l'étoile. En combinant ces deux effets, on pourra considérer un groupe d'étoiles, qui entre dans un complexe d'étoiles plus grand, où les masses sont dans l'ensemble également réparties, mais cependant plus condensées à proximité du centre, comme sollicité par une force ayant pour expression $\frac{\mu_1}{r^2} + \mu_2 r$. Il peut arriver alors, ainsi que M. Gyldén le montre dans son Mémoire, que les différents corps du groupe en question, en demeurant longtemps dans le complexe plus grand, s'éloignent de plus en plus les uns des autres, tout en conservant une certaine ressemblance dans leurs mouvements (1), et à la longue ils peuvent même cesser de lui appartenir; M. Gyldén ajoute que, dans les amas d'étoiles qui dépendent du Soleil, beaucoup d'étoiles, peut-être des groupes entiers, mériteraient le nom de comètes de notre système d'étoiles.

Comme on l'a déjà dit, on n'a pas encore les moyens suffisants pour résoudre ces différentes questions (2) : les observations de Bradley ne paraissent pas assez nombreuses, et elles ne s'étendent pas au ciel austral; pour faire avancer l'état de nos connaissances sur ce point, il faut augmenter considérablement la quantité des éléments d'observation. M. Gyldén s'est donc proposé de redéterminer les positions des étoiles contenues dans le *Catalogue de Radcliffe* de 1845 et comprises entre le pôle et + 45° de déclinaison.

On va parler maintenant de la détermination des constantes pour les observations en ascension droite (§ 4). Le cercle méridien n'est pas pourvu d'un niveau, et l'on ne fait pas usage de mire; M. Gyldén détermine les constantes au moyen des seules observations d'étoiles empruntées à un Catalogue des ascensions droites de 103 étoiles fondamentales (3); il

(1) Dans le même Mémoire, M. Gyldén déduit aussi de cette théorie une explication des nébuleuses spirales.

(2) On peut mentionner quelques essais statistiques fondés sur la comparaison des densités du groupe et des régions voisines pour les différentes classes de grandeurs (Holden, *Proceedings of American Academy*, 1880).

(3) *Öfversigt af Kongl. Vetenskaps akademiens förhandlingar*, 1874.

Digitized by Google

donne sur les formules de réduction des développements très intéressants.

Sans supposer que la ligne de visée de l'instrument décrive un grand cercle, la distance angulaire s de cette ligne avec le méridien peut toujours être représentée par une fonction périodique de la distance polaire p, telle que

$$s = c_1 + n_1 \cos p + n_2 \cos 2p + n_3 \cos 3p$$
$$+ \sin p\,(m_0 + m_1 \cos p + m_2 \cos 2p + \ldots),$$

et, en négligeant seulement la troisième puissance de s, on aura pour l'angle horaire t

$$t = \frac{s}{\sin p} = c_1 \operatorname{cosec} p + n_1 \cot p + \operatorname{cosec} p\,(n_2 \cos 2p + \ldots)$$
$$+ m_0 + m_1 \cos p + m_2 \cos 2p + \ldots,$$

ce qui devient, après quelques transformations,

$$t = m + h \cot p + c \operatorname{tang} \tfrac{1}{2} p + \sigma,$$

en posant

$$c_1 + n_1 + n_2 = h,$$
$$c_1 - 4 n_2 = c,$$
$$m_0 + m_1 + m_2 = m,$$
$$\sigma = 2 n_2 \sin p \operatorname{tang}^2 \tfrac{1}{2} p - (m_1 + 4 m_2) \sin p \operatorname{tang} \tfrac{1}{2} p + \ldots.$$

Si les étoiles observées ne se trouvent pas loin du pôle, et si les constantes m_2, n_2 et les suivantes sont très petites en comparaison de m, h et c, la quantité σ sera très petite et souvent négligeable; une autre remarque à faire consiste en ce que la détermination des constantes m, h et c se fera sans doute d'une manière plus précise avec les observations d'étoiles qu'avec le niveau et la mire, dans le cas où la ligne de visée ne décrit pas précisément un grand cercle, et, malgré toute l'habileté du constructeur, on ne peut admettre *a priori* qu'il en soit ainsi. Pour avoir une idée plus nette sur l'influence des termes supérieurs, M. Gyldén développe ensuite s suivant des fonctions sphériques, et il trouve une expression de même forme où le terme complémentaire σ a pour expression approchée $\varkappa_2 \operatorname{tang}^2 \frac{1}{2} p$; on a ainsi, pour l'ascension droite de l'étoile observée,

$$\alpha = \theta + u + m + h \cot p + c \operatorname{tang} \tfrac{1}{2} p + \varkappa_2 \operatorname{tang}^2 \tfrac{1}{2} p,$$

les constantes m et c ayant des valeurs un peu différentes des précédentes.

Dans le cas habituel, où $\varkappa_2$ est négligé, trois équations sont nécessaires pour déterminer la correction d'heure relative $u + m$ et les constantes h et c; dans le cas général il y a une certaine difficulté pour déterminer c avec précision. M. Gyldén entre à ce sujet dans quelques explications intéressantes sur la valeur du retournement et des collimateurs, et il montre que la combinaison d'observations faites sur des étoiles à peu près dis-

Digitized by Google

tantes de 12^h en ascension droite et de distances polaires peu différentes doit conduire à un résultat indépendant de x_2. En faisant un bon choix de couples d'étoiles, on pourra en définitive obtenir une détermination de c convenable pour les réductions d'étoiles boréales, et cette détermination doit être *a priori* moins affectée par les termes d'ordre supérieur, que si l'on combinait les étoiles boréales et équatoriales.

Après ces développements sur l'influence possible des termes d'ordre supérieur, M. Gyldén dit que la ligne de visée de l'instrument de Stockholm décrit sensiblement un grand cercle, ce qui simplifie la détermination des constantes, et il termine le paragraphe en donnant quelques déterminations de h et leur variation avec la température.

Le *Recueil de Tables contenant les développements numériques à employer dans le calcul des perturbations des comètes* forme une partie importante du Volume et a été publié séparément en 1877. Dans les recherches récentes qui ont été faites sur le mouvement de la comète d'Encke par M. Backlund et M. Wittram (1), on constate toute l'utilité des nombreux Tableaux numériques du Recueil, lesquels, suivant une remarque très importante de M. Gyldén, peuvent être utilisés pour la plupart des comètes (2). La remarque à laquelle on fait allusion consiste en ce que, l'expression du carré de la distance des deux corps étant assimilée au carré d'un Δ am, rapprochement qui s'offre de lui-même, le module des fonctions elliptiques peut être choisi arbitrairement entre certaines limites, ce qui conduit à employer une valeur du module fixée une fois pour toutes. Dès lors, avec cette valeur du module on peut calculer à l'avance plusieurs des développements dont on aura besoin.

Il ne paraît pas nécessaire d'entrer ici dans une explication détaillée des Tables; mais il convient d'ajouter que les idées de M. Gyldén s'appliquent aussi aux petites planètes : le premier fascicule du tome II des *Annales de l'Observatoire de Stockholm* renferme un travail de M. A. Donner sur les *Constantes à employer dans le calcul des perturbations absolues produites par Jupiter dans les mouvements des petites planètes,* et le même auteur a appliqué la méthode de M. Gyldén aux perturbations de la planète Hébé par Jupiter dans une thèse soutenue, en 1882, à Helsingfors.

O. Callandreau.

---

(1) Backlund (O.). — *Zur Theorie des Enke'schen Cometen,* 1881.

Wittram (Th.). — *Allgemeine Jupiterstörungen des Enke'schen Cometen,* etc., 1883. *Mémoires de l'Académie de Saint-Pétersbourg,* t. XXVIII et XXXI.

(2) Des simplifications ont été indiquées par M. Backlund en ce qui concerne quelques-uns des Tableaux.

Digitized by Google

MONTHLY NOTICES.

N° 6, avril 1884.

Gill (*D.*). — Notes sur la détermination par Nyrén de la constante de l'aberration.

Nyrén (*M.*). — Remarques sur les Notes précédentes de M. Gill.

Le Mémoire de M. Nyrén *Sur la constante de l'aberration* a été analysé dans le *Bulletin*, t. I, p. 199-202 : on a rencontré dans la série d'observations des anomalies difficiles à expliquer, qui se sont produites cependant à plusieurs reprises dans le cas de l'instrument placé dans le premier vertical, puisque les observations antérieures de M. W. Struve en offraient quelques traces, et qu'on a noté des variations analogues à Washington (*Bulletin*, t. I, p. 199). On peut espérer quelques éclaircissements d'une nouvelle série d'observations entreprises à Washington; en attendant, les notes de MM. Nyrén et Gill jettent de la lumière sur les points en discussion. A quoi attribuer les variations systématiques? à l'instrument et aux conditions d'observation, à l'observateur ou à la théorie même de l'aberration? M. Gill est d'accord avec M. Nyrén pour admettre que les irrégularités de la pendule sont hors de cause, mais il émet des doutes sur ce qui regarde l'azimut; cependant on voit, par les détails contenus dans la Note de M. Nyrén, que les mires à l'est et à l'ouest sont établies dans les mêmes conditions que les mires méridiennes, et l'on était fondé à supposer que les mires restaient immobiles dans le court intervalle des observations; du reste, on peut, suivant le désir de M. Gill, obtenir une vérification en déduisant la collimation des observations d'étoiles au sud et au nord du pilier dans chaque branche du premier vertical et rapportant les lignes de visée des deux mires à la ligne sans collimation de la lunette; M. Nyrén communique quelques résultats de ses études sur les variations périodiques de ces divers éléments.

Les variations dm en azimut sont fournies directement par les lectures des mires faites immédiatement avant et après les observations. Maintenant S_e et S_o désignant les moments des passages d'une étoile par un fil du réticule dans les deux branches est et ouest du premier vertical et dans la position sud, N_e et N_o les moments des passages observés le même jour par le même fil dans la position nord, on devrait avoir, dans l'hypothèse d'une erreur de collimation et d'une inclinaison constantes,

$$\frac{S_e + S_o}{2} - \frac{N_e + N_o}{2} = 0;$$

si l'on admet que, dans l'intervalle entre les passages par les deux bran-

Digitized by Google

ches du premier vertical, l'erreur de collimation ait changé de la quantité dc, on aura la relation

$$\frac{S_e + S_o}{2} - \frac{N_e + N_o}{2} = \frac{dc}{\sin\varphi \cos\delta \sin t},$$

et il y a à considérer l'effet des différences $dc - dm$ sur les résultats, en rapprochant surtout les observations du matin et du soir. En considérant les quatre quadrants d'ascension droite, M. Nyrén trouve que la correction est négligeable. M. Nyrén donne ensuite, comme le désirait M. Gill, les quantités $dc - dm$ pour chaque mire séparément, le matin et le soir et pour les différents mois de l'année; les variations pour la mire ouest sont un peu plus sensibles que pour celle de l'est, mais M. Nyrén fait ressortir l'incertitude des conclusions qu'on voudrait en tirer; il observe que les valeurs de dc sont différentes suivant que l'observation complète a été commencée au sud ou au nord du pilier; les valeurs de dc le matin et le soir devraient s'expliquer par la variation de la température, et cette cause ne paraît pas suffisante; il est plus rationnel d'attribuer les différences aux changements qui interviennent dans le mode d'observation, l'étoile se présentant de différentes manières dans le réticule.

M. Nyrén montre encore que l'équation personnelle provenant de cette circonstance est sans influence sur le résultat, à cause de la précaution prise de commencer les observations alternativement au nord et au sud.

M. Gill serait disposé à admettre la réalité des variations observées qui pourraient alors conduire à une connaissance approchée du mouvement de la voie lactée; M. Nyrén pense que leur cause probable se trouverait plutôt dans la différence des saisons. M. Gill mentionne aussi l'influence possible de la couleur des étoiles.

Tebbutt et *Ellery* (*R.*). — Observations de la comète *a*, 1884, faites à Windsor (Nouvelles-Galles du Sud) et à Melbourne.

Ellery (*R.*). — Sur un nouveau modèle de micromètre; éclairage électrique de l'équatorial de Melbourne.

Il a été question de ce nouveau micromètre à la Société Royale (*Bulletin*, t. I, p. 255); la description détaillée qui se trouve dans les *Monthly Notices* est accompagnée de dessins.

Common (*A.*). — Perfectionnements à introduire dans la construction des grands cercles méridiens.

M. Common trouve que la lunette méridienne répond parfaitement à

Digitized by Google

son but, mais on ne peut en dire autant du cercle méridien : ici, on paraît avoir fixé un cercle divisé sur l'axe de rotation sans autre recherche des dispositions à préférer, et les défauts apparaissent surtout dans le cas des grands instruments. Voici les principales modifications proposées par M. Common. L'axe principal serait, comme dans la lunette méridienne, composé de deux cônes; mais, rejetant l'emploi du cube central, on les réunirait par un joint annulaire à recouvrement avec quatre ouvertures pour laisser passer la lumière, comme dans le cas du cube. Il n'y aurait plus de tube à proprement parler, et l'oculaire et l'objectif seraient reliés entre eux et à l'axe au moyen de deux disques de métal, un peu allongés dans le cas des grands instruments, mais dans tous les cas attachés solidement à l'axe et réunis fortement. Le procédé ordinaire pour équilibrer l'instrument serait abandonné; deux cylindres de fer calés sur l'axe, le plus près possible du centre, plongeraient dans deux auges de mercure, convenablement disposées pour les diverses opérations : retournement, nettoyage, etc. Les cercles à rayons deviendraient des disques pleins. Quant aux supports des tourillons, en vue de la plus grande résistance, ils seraient en pierre dure, comme dans les machines à forer; les pivots recevraient leur fini après le montage de l'instrument; l'huile serait remplacée par le graphite, qui est, paraît-il, préférable comme lubrifiant. Dans les idées de M. Common, la symétrie de l'instrument serait augmentée en remplaçant le réticule ordinaire par un réticule tracé sur verre et monté autant que possible comme l'objectif. Il est question, à la fin, d'un niveau de forme particulière. En somme, cette étude des grands cercles méridiens, au point de vue mécanique, jette du jour sur plusieurs points très intéressants, bien que dans la manière habituelle de procéder les grands instruments soient presque uniquement employés à des mesures différentielles, où les imperfections signalées ont moins d'importance.

Merrifield (*J.*). — Calcul d'une distance lunaire.

Pratt (*H.*). — Observations du quatrième satellite de Jupiter; occultations de λ Gémeaux et κ Écrevisse.

Denning (*W.-F.*). — Points radiants de bolides.

M. Denning donne les positions de trente-sept points radiants de bolides, ainsi que leurs époques d'activité; ces bolides ont une parenté avec les essaims d'étoiles filantes. M. Denning voudrait qu'on s'entendît pour l'observation combinée des météores, comme on a fait pour la Météorologie; la Science verrait s'accroître considérablement les données d'observation, encore trop peu nombreuses.

Digitized by Google

Auwers (*A.*). — Remarques sur les longitudes déterminées dans les voyages du *Beagle* de 1831 à 1836.

Des discordances entre quelques déterminations récentes de longitudes dans le détroit de Magellan et les résultats du *Beagle,* qui jusqu'à ces derniers temps étaient considérés comme fondamentaux dans la géographie et l'hydrographie de l'Amérique du Sud, ont engagé M. Auwers à revoir les calculs des déterminations chronométriques de longitudes effectuées sous la direction du Capitaine Fitz-Roy de 1831 à 1836 (p. 303 à 346).

THE OBSERVATORY.

Tome VII; Juin 1884.

Séance de la Société royale du 9 mai.

Une partie de la séance est consacrée aux taches du Soleil; le P. Perry fait des remarques nouvelles et très intéressantes *sur les rapides changements de la surface solaire.* Tout d'abord il appelle l'attention de la Société sur la manière de dessiner les apparences en question et conseille l'emploi de crayons de différentes couleurs permettant de se reconnaître plus aisément; il met devant les yeux des membres une série de dessins dont l'examen a dénoté des particularités nouvelles. Il s'agit d'abord des *taches voilées* que M. Trouvelot a observées dans quelques occasions : il ne se passe pas de jour qu'on n'aperçoive sur le Soleil ces nuages de teinte grise qui tantôt disparaissent presque aussitôt, mais le plus souvent persistent une ou deux minutes pour reparaître encore dans le voisinage; on les trouve jusque vers les pôles, où l'on ne voit jamais de taches proprement dites; les *taches voilées* accompagnent ces dernières et forment quelquefois comme des amas après leur disparition; parfois on a vu des chaînes de taches d'une singulière étendue, et l'instant d'après la chaîne était brisée. Ces apparences sont aussi marquées que la pénombre d'une tache ordinaire, mais leur courte durée explique le peu d'observations. Le P. Perry mentionne encore une autre classe de taches qui se rapprochent davantage des taches permanentes : on peut les suivre pendant un ou deux jours, trois jours au plus, quelquefois elles ne durent que deux ou trois heures; elles se trouvent toujours dans le voisinage des taches ordinaires, surtout des grandes taches à pénombre étendue. Le P. Perry ajoute que la personne qui faisait les dessins distinguait sans la moindre difficulté les taches *voilées* et les taches *sous-permanentes;* la couleur grise d'un côté, l'apparence rouge de l'autre, ne

Digitized by Google

laissaient pas de doute. Les dessins ont été faits en projetant l'image du Soleil donnée par une lunette de 8 pouces; l'image avait 10 pouces.

Le P. Perry pense que la Photographie est toujours essentielle pour l'étude du Soleil, mais il ne faut pas négliger les dessins qui montrent parfois plus de détails que les photographies. M. Gill indique comment on procède à Potsdam : une lunette est montée à côté du photohéliographe, et l'observateur peut saisir le moment d'une bonne définition pour exposer la plaque; M. Gill voudrait qu'on obtînt des images à grande échelle. Dans la pensée de l'Astronome royal, avec les moyens actuels, les dessins sont à préférer pour l'étude des détails ou des changements de la surface solaire; au contraire, l'énumération des taches, la mesure de leur étendue et leur position peuvent être déduites de l'examen des photographies. Le P. Perry revient sur sa Communication et ajoute qu'à une douzaine de reprises il a observé des corps ou taches en mouvement sur le Soleil; ces taches de moyenne largeur se déplaçaient parfois avec une grande rapidité; elles apparaissaient tout d'un coup, puis elles disparaissaient de même quelques minutes plus tard, après avoir décrit une trajectoire de 7′ ou 8′ d'arc. Ces taches ne ressemblent à aucun autre détail de la surface du Soleil, et leur rapide mouvement est difficile à comprendre. Plusieurs membres demandent différentes explications au P. Perry.

Le professeur Pritchard lit une Note *Sur les mouvements propres de 40 étoiles dans les Pléiades*. M. Pritchard a expérimenté un micromètre de son invention qui donne avec une égale facilité les différences d'ascension droite ou de déclinaison et les distances, alors même que l'arc mesuré atteint une vingtaine de minutes. Le nouvel instrument, destiné surtout aux mesures des parallaxes, a été employé d'abord pour déterminer les positions relatives de 40 étoiles du groupe des Pléiades pour lesquelles on possède d'autre part des observations méridiennes précises, et, en combinant les déterminations méridiennes avec les mesures différentielles dues à Bessel (1838-1841), C. Wolf (1874) et à l'auteur (1878-1880), M. Pritchard a déterminé les mouvements propres de 40 étoiles du groupe. Les conséquences de ces recherches sont importantes pour l'Astronomie stellaire : malgré l'intervalle assez restreint des observations, on ne peut douter que les étoiles du groupe n'éprouvent des déplacements mutuels sous l'influence de l'attraction, indépendamment du mouvement de translation du système solaire. M. Pritchard ajoute qu'il est arrivé à des conclusions analogues pour l'amas du Cygne (39 Messier). M. Gill fait ressortir la haute portée du travail de M. Pritchard.

L'un des secrétaires, M. Knobel, entretient la Société des particularités qu'il a observées sur la planète Mars et qui rappellent les canaux de Schiaparelli, après quoi M. Gill et M. Lockyer sont invités à entretenir

Digitized by Google

la Société des observatoires du continent, qu'ils viennent de visiter.

M. Gill parle d'abord de la monture du grand équatorial de Poulkova : il a été frappé par la stabilité de l'instrument, par la facilité du calage qu'on obtient pour les deux coordonnées à l'extrémité inférieure de l'axe polaire; il mentionne aussi l'introduction d'un prisme dans le tube, afin de faire arriver l'image de l'objet sur un spectroscope annexé à l'instrument (1). A Berlin, M. Gill a remarqué un nouveau déclinomètre qui permet d'enregistrer les différences de déclinaison : on imprime sur une bande de papier les indications des tours et des parties en pressant le pied sur une poire de caoutchouc communiquant par un tube de même matière avec le micromètre; alors la bande de papier est appliquée sur les roues d'impression commandées par la vis micrométrique; les ascensions droites sont enregistrées comme d'ordinaire avec le chronographe. On comprend toute la valeur d'un instrument ainsi disposé pour les observations de zones d'étoiles très faibles. A Bonn, le professeur Schönfeld est en train de compléter la *Durchmusterung* d'Argelander, et les moyens limités qu'il emploie donnent occasion à M. Gill de rappeler un mot du professeur Watson : la partie la plus importante de l'instrument est l'homme placé à l'oculaire. Il est ensuite question de l'équatorial coudé de M. Lœwy, et M. Gill déclare que jamais il n'a trouvé une meilleure définition, ni plus de commodité à faire une mesure; la perte de lumière causée par les deux réflexions paraît être sans importance. M. Gill a remarqué chez le constructeur, M. Gautier, un nouvel instrument pour l'observatoire de Nice et plusieurs cercles méridiens pour les observatoires de la province. Il est étonné du développement rapide des observatoires en France.

M. Lockyer est heureux de connaître l'opinion du Dr Gill sur l'équatorial coudé, il croit que c'est un des instruments de l'avenir. Rien ne s'oppose à la construction de grands miroirs plans, et il a vu chez MM. Henry un miroir de $0^m,40$. S'il était question de faire un équatorial de 27 ou 28 pouces, il n'hésiterait pas à choisir la forme de l'équatorial coudé. M. Lockyer dit ensuite quelques mots sur l'usage de la Photographie appelée dans l'avenir à remplacer partout l'observateur.

Baxendell (*J.*). — L'étoile variable R Lion.

Argelander et l'auteur ont trouvé comme périodes $312^j,189$ et $312^j,125$ avec les observations de 1840 à 1864; avec les observations suivantes jusqu'à 1884, M. Baxendell obtient $314^j,375$. On voit l'intérêt qui s'attache à cette étoile variable.

(1) M. Bigourdan a entretenu les lecteurs du *Bulletin* de l'utilité d'une disposition analogue, t. I, p. 169.

Digitized by Google

Correspondance et Notes.

Kirk (*E.-B.*). — Ombres portées par les facules.

M. Kirk a constaté et dessiné des apparences semblables à celles que M. Trouvelot a fait connaître récemment.

Backhouse. — Vulcain.

Knott (*G.*). — Période de U Céphée.

La période est très courte, de $2^{j},492872$, et l'époque est 1882, avril 19,926414. Il y a des irrégularités dans les maxima et minima qui méritent une investigation plus étendue.

Le *Bulletin astronomique.*

Le *Bulletin* est l'objet d'une Notice étendue et bienveillante. L'*Observatory* estime que le nouveau Recueil rendra des services très utiles en présentant un résumé des recherches et des observations astronomiques.

Schulhof. — La comète III de 1858 (voir *Bulletin*, t. I, p. 171-176).

Le *professeur Mœsta.*

Notice biographique (voir *Bulletin*, t. I, p. 261).

Doberck. — L'observatoire d'Hong-kong.

Quelques détails sur le nouvel observatoire, principalement destiné à la Météorologie.

Davidson, *Todd* et *Denning.* — Quelques apparences singulières des satellites de Jupiter.

Trouvelot. — Les taches polaires de Vénus. — La planète Mars. — La variabilité des anneaux de Saturne.

Analyse de plusieurs Communications très intéressantes de M. Trouvelot dans les *Comptes rendus*, t. XCVIII, n°s 12, 13 et 16.

Perrotin et *Thollon.* — Uranus.

Voir *Comptes rendus,* t. XCVIII, n° 16.

Denning. — Rotation de Mars.

Valeur récente publiée dans la *Nature*, n° 759 : $24^{h}37^{m}22^{s},63$.

MM. Henry, de l'Observatoire de Paris, se proposent d'appliquer la Photographie à la mesure des distances et des angles de position des étoiles doubles; les essais promettent de bons résultats.

Digitized by Google

THE SIDEREAL MESSENGER.

Tome III; Mai 1884.

Howe (*H.-A.*). — La grande comète de septembre 1882.

Le professeur Howe se propose de calculer l'orbite de la grande comète dont il s'agit, et donne dans cet article l'historique succinct des renseignements que l'on possède; la difficulté de la recherche vient de ce que la comète s'est partagée en plusieurs centres de condensation, et il peut y avoir du doute dans les observations.

L'Éditeur. — La planète Saturne.

Résumé des faits connus et des observations plus récentes de MM. Ranyard, Green, Holden, Young, Hall et de l'éditeur; le *Bulletin* en a donné successivement connaissance.

Hagen (*F.-G.*). — Influence de l'attraction lunaire sur la direction de la verticale.

Voir *Bulletin*, t. I, p. 114.

Numsen (*W.-H.*). — Apparences de la comète Pons-Brooks.

Davidson (*G.*). — Les planètes intra-mercurielles.

Pendant l'éclipse totale du 6 mai 1882, M. Trouvelot remarqua près du Soleil un astre de couleur rouge dont la nature lui parut douteuse. M. Davidson revient sur ce sujet en observant que la position de l'astre s'accorderait avec celle de δ Bélier; toutefois δ Bélier n'est pas une étoile rouge.

Holden (*E.-S.*). — Sur le nombre des étoiles des Pléiades.

A l'occasion d'une Note de M. Ceraski sur le même sujet (*A. N.*, n° 2581), M. Holden rappelle ses recherches dans les *Proceedings of American Academy* pour 1880.

Passage de la comète Pons-Brooks sur une étoile.

Davidson, Burckhalter et *Hill*. — Remarques sur quelques particularités dans les passages du troisième et du quatrième satellite de Jupiter, le 15 janvier et le 24 février.

Digitized by Google

Il s'agit des *passages sombres* des satellites. Cassini paraît les avoir notés le premier, et à diverses reprises on a constaté ces apparences encore peu connues, par exemple en 1873 et 1880.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, nos 2593-2599.

Gyldén (*Hugo*). — Mouvements orbitaires dans un système de deux corps dont les masses sont sujettes à varier.

M. Gyldén dit que ce sont les remarques de M. d'Oppolzer sur le rôle des poussières météoriques dans le système du monde (1) qui l'ont amené à s'occuper de ce sujet. Le problème revient à intégrer les deux équations différentielles

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{\mu + F}{r^3}x = 0,$$
$$\frac{d^2y}{dt^2} + \frac{\mu + F}{r^3}y = 0,$$

où F est une fonction donnée du temps, qui exprime la variation de la somme des deux masses. On a ici l'intégrale des aires, et $\frac{F}{r^2}$ représente la perturbation du rayon vecteur. Mais M. Gyldén aborde le problème par une autre voie. Il introduit les nouvelles variables ξ, η, ρ, ψ, τ, définies par les relations

$$\xi = x(1+\psi), \quad \eta = y(1+\psi),$$
$$\xi^2 + \eta^2 = \rho^2, \quad d\tau = dt(1+\psi)^2,$$

et, posant

$$\frac{d^2\psi}{d\tau^2} + \frac{\mu}{\rho^3}\psi = \frac{F}{\rho^3},$$

il trouve

$$\frac{d^2\xi}{d\tau^2} + \frac{\mu}{\rho^3}\xi = 0,$$
$$\frac{d^2\eta}{d\tau^2} + \frac{\mu}{\rho^3}\eta = 0.$$

Il s'ensuit que ξ, η sont les coordonnées d'un point qui parcourt une ellipse keplérienne où le temps t se trouve remplacé par la variable τ. Pour exprimer τ en fonction de t, et pour avoir les valeurs des coordonnées cherchées x, y, il faut connaître la fonction ψ. On y arrive en intégrant les équations ci-dessus par approximations successives, après

(1) Voir *Bulletin*, I, p. 109.

Digitized by Google

avoir développé ξ, η, ρ en séries trigonométriques qui procèdent suivant les multiples de l'anomalie moyenne $n\tau$. Dans le cas le plus simple, où $F = \gamma\mu t$, γ étant une fraction très petite, M. Gyldén trouve

$$\psi = \gamma t + \frac{1}{n^2}\frac{2\gamma^2}{(1+\gamma t)^5},$$

$$\tau = t - \frac{\gamma^2 t}{n^2(1+\gamma t)^4} + \gamma t^2,$$

$$x = \frac{\xi}{1+\gamma t}, \quad y = \frac{\eta}{1+\gamma t}.$$

Il nous semble que le second terme de τ devrait être

$$+\frac{4\gamma^2 t}{n^2(1+\gamma t)^2}.$$

Quoi qu'il en soit, il résulte de ces formules que l'orbite se rétrécit progressivement. Si les masses en présence dans le système solaire s'accroissaient indéfiniment, les planètes finiraient par tomber sur le Soleil.

M. Gyldén a traité ailleurs (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* 2 juin 1884) un problème qui a quelque rapport avec le précédent : le mouvement des planètes dans la nébuleuse primordiale dont la condensation graduelle a produit le Soleil. L'attraction s'exprime ici par une somme de deux termes

$$\frac{A}{r^2} + Br,$$

où A, B sont des fonctions du temps. En désignant par a la distance moyenne actuelle d'une planète, par a la valeur primitive de a, et par R le rayon de la nébuleuse, M. Gyldén trouve la relation

$$a = \frac{a^4}{R^3},$$

il s'ensuit que les distances moyennes des planètes ont diminué, qu'elles ont été à l'origine plus grandes, mais moins différentes les unes des autres, que dans l'état présent du système solaire.

Haupt. — Réflexions sur les résultats des mesures de degrés terrestres.

L'auteur se demande si les riches matériaux fournis par les triangulations modernes ont été suffisamment utilisés lorsqu'on les a fait servir à la détermination de quelques degrés isolés, et s'il n'y aurait pas lieu de les soumettre à une discussion nouvelle, afin de chercher, pour chaque pays d'une certaine étendue, l'ellipsoïde qui représente le mieux l'ensemble

Digitized by Google

des données astronomiques et géodésiques. La détermination définitive de la figure de la Terre, par la combinaison de ces résultats partiels, resterait réservée à un avenir encore assez éloigné.

Les grandes triangulations nous font connaître, en dehors de la surface physique de la Terre, sa surface mathématique, surface idéale qui coïncide avec le niveau moyen de la mer libre, et qui se détermine par l'ensemble de ses normales, dont le fil à plomb indique en chaque point la direction. Cette surface mathématique (pour laquelle l'ellipsoïde de Bessel fournit une première approximation) doit offrir partout une courbure continue et très régulière, où les chaînes de montagnes se dessinent, comme en bas-relief, par de faibles intumescences, de quelques mètres de hauteur seulement. Mais il faut, et c'est là la grande difficulté, éliminer les déviations dues aux attractions locales, qui peuvent fausser les coordonnées astronomiques de quantités dépassant 10″ d'arc. Les nivellements de précision, combinés avec les distances zénithales de troisième ordre (correspondant à des distances de 2^{km} à 5^{km}), nous fournissent le moyen de nous affranchir en grande partie de ces irrégularités; et l'on pourra faire un pas de plus quand les lois des réfractions terrestres seront assez bien connues pour qu'on puisse songer à utiliser jusqu'aux distances zénithales de premier ordre. L'influence exercée par l'attraction des continents ([1]) devra être étudiée à son tour; mais elle n'a pas une grande importance pour les vastes plaines de l'Europe centrale.

Pour l'investigation des constantes de l'ellipsoïde qui représente le mieux la surface mathématique d'une région étendue, M. Haupt recommande la méthode de projection ou de représentation conforme imaginée par Gauss, qui conserve les angles, et procure la similitude des éléments superficiels. Il s'agirait dès lors simplement de projeter le réseau des triangles, calculé avec l'ellipsoïde de Bessel, sur un autre ellipsoïde choisi de manière que la somme (pondérée) des écarts entre les coordonnées astronomiques et géodésiques fût réduite à un minimum. Les coordonnées en question seraient les latitudes et les longitudes; les azimuts resteraient réservés à un autre emploi.

L'auteur entre ensuite dans des considérations intéressantes sur les erreurs moyennes et les poids des données fournies par les mesures. Dans les données astronomiques, les erreurs d'observation s'effacent en partie devant les erreurs causées par les déviations du fil à plomb. On peut admettre que les erreurs moyennes des longitudes, des latitudes et des azimuts sont entre elles comme $1 : \cos\varphi : \sin\varphi$, en désignant par φ la latitude moyenne de la contrée relevée. Pour l'erreur moyenne des latitudes astronomiques, on aurait 3″ selon Bessel, et 2″,5 selon Schmidt;

([1]) *Voir* notre étude sur la *Constitution intérieure de la Terre;* Paris, 1880.

Digitized by Google

M. Haupt trouve lui-même $2'',4$ (Allemagne du Nord). En adoptant $2'',5$ pour les latitudes, on aurait donc $4'',0$ pour les longitudes, et $3'',0$ pour les azimuts. Les poids des longitudes et des latitudes sont entre eux comme $\cos^2\varphi : 1$.

En ce qui concerne l'erreur moyenne des données géodésiques, on peut admettre qu'une chaîne de triangles du premier ordre permet aujourd'hui de répondre de 1^m ou 2^m sur une étendue totale de 400^{km}, de sorte que les distances pourront être acceptées comme rigoureuses. Il n'en est pas de même des azimuts géodésiques, dont l'erreur est comparable à celle des azimuts astronomiques. L'erreur moyenne des angles peut s'estimer aujourd'hui à $0'',3$; elle est deux ou trois fois plus forte dans les triangulations du temps de Bessel, et elle augmente assez vite à mesure que les angles s'additionnent pour la détermination d'un azimut, de sorte qu'elle peut atteindre plusieurs secondes. Les écarts entre les azimuts astronomiques et géodésiques pourront ainsi devenir assez considérables; corrigés de l'erreur astronomique au moyen des longitudes observées, ils devront concourir à l'orientation des triangles principaux.

Après cette digression sur les erreurs moyennes, l'auteur s'attache à montrer comment s'obtiennent les équations de condition de la compensation astronomique des triangles, destinée à faire connaître les corrections des constantes de l'ellipsoïde provisoire (sphéroïde de Bessel), et il explique son procédé de calcul par un exemple tiré de la triangulation de la Prusse orientale. Bessel avait trouvé, par la discussion d'un ensemble de dix triangulations différentes, les valeurs suivantes du rayon équatorial et de l'excentricité :

$$a = 6377397^m \left(1 \pm \frac{1}{17500}\right), \quad \varepsilon^2 = 0{,}006675 \left(1 \pm \frac{1}{60}\right);$$

M. Haupt trouve, pour la région spéciale qu'il a en vue,

$$a = 6379737^m \left(1 \pm \frac{1}{7100}\right), \quad \varepsilon^2 = 0{,}006190 \left(1 \pm \frac{1}{17}\right).$$

Le rayon équatorial de Bessel doit, par conséquent, être augmenté de 2340^m pour avoir celui de l'ellipsoïde qui représente le mieux la surface de la plaine prussienne. Cela signifie que la surface mathématique a ici une courbure un peu moins prononcée que dans d'autres parties du globe : elle éprouve une légère dépression qui la rapproche du centre d'environ 1^m ou 2^m. Ce résultat est d'accord avec la théorie admise sur l'influence des plaines, opposée à celle des montagnes. S'il était possible d'exécuter une triangulation à la surface de l'Océan, elle donnerait vraisemblablement un rayon de courbure plus grand que le rayon moyen, et il en résulterait la nécessité d'augmenter aussi les nombres adoptés pour

Digitized by Google

les dimensions du sphéroïde terrestre. Les observations des pendules qui accusent un accroissement de l'intensité de la pesanteur dans les îles viennent confirmer ces vues.

La méthode de M. Haupt se recommande par la simplicité du calcul et offre encore d'autres avantages. Le seul inconvénient, c'est que le « rapport d'agrandissement », ou ce qu'on pourrait appeler l'échelle de la projection de Gauss, varie un peu lorsqu'on approche des extrémités de la carte. M. Haupt propose une modification des formules destinée à atténuer ce léger défaut.

Bauschinger (*J.*). — La question du mouvement séculaire du périhélie de Mercure.

L'auteur donne quelques extraits d'un Mémoire qu'il vient de publier sur ce sujet, et que nous nous proposons d'analyser à une autre place. Contentons-nous de dire ici que le résultat général des recherches de M. Bauschinger, qui a eu recours aux méthodes de Hansen, est la confirmation de l'existence de l'anomalie que Le Verrier a découverte dans le mouvement de Mercure.

Braun (*C.*). — Nouvelle méthode de réduction des observations de passages.

A l'occasion de la détermination de la différence de longitude entre Vienne et Kalocsa, M. Braun a essayé pour la première fois un procédé de réduction graphique, qui a l'avantage de faire concourir toutes les étoiles à la recherche de l'erreur de collimation et de l'azimut. Sa méthode consiste à projeter sur l'horizon le méridien et les positions occupées par les étoiles au moment de leur passage au fil moyen, telles qu'elles se déduisent des observations (en multipliant par la vitesse de chaque étoile le temps $t - \alpha$ écoulé depuis son passage au méridien). L'ensemble de ces positions représenterait la trace du fil moyen, si elles n'étaient pas affectées des erreurs instrumentales, de l'erreur de la pendule, d'erreurs tabulaires, etc. M. Braun montre par un exemple détaillé comment ces erreurs peuvent être déterminées graphiquement avec autant de précision que par le calcul. On peut obtenir la correction de la pendule sans s'arrêter à la recherche des erreurs instrumentales. Le procédé est certainement ingénieux et mérite d'être signalé.

De Ball (*L.*). — Détermination nouvelle de la constante de la nutation diurne.

Le Mémoire de M. Nyrén sur la constante de l'aberration a fourni à M. de Ball de nouveaux matériaux pour la détermination de la nutation

Digitized by Google

diurne à l'aide des formules de M. Folie. Après avoir constaté certaines anomalies qui se manifestent dans les séries des observations publiées par M. Nyrén, M. de Ball explique comment il a formé ses équations de condition. En désignant par K la constante de la nutation diurne et par L la longitude de Poulkova à l'est du méridien auquel correspond le plus petit moment d'inertie, il trouve

$$K \sin 2L = -0'',007 - 0,02\pi,$$
$$K \cos 2L = -0'',009 + 0,02\pi,$$

où π est la parallaxe moyenne. La correction de la constante de l'aberration (20",445) devient

$$+0'',076 - 0,05\,K \sin 2L + 0,04\,K \cos 2L + 0,20\pi.$$

Ces résultats ne s'accordent pas du tout avec ceux qu'avait donnés un premier calcul, fondé sur les observations de Struve, et M. de Ball ne dissimule pas le peu de confiance que lui inspire la théorie telle qu'elle a été conçue par M. Folie. Au surplus, les observations faites au premier vertical ne sont guère propres à trancher la question de l'existence d'une nutation diurne.

Dunér. — Découverte d'une nouvelle étoile variable.

La nouvelle variable est une étoile du Bouvier

DM. + 39°,2773 = Lal. 26514;

elle est de couleur orangée, et a été estimée le 9 mai de 7e grandeur, le 21 elle était voisine de la 10e grandeur.

Schur (*W.*). — Sur la compensation de l'image secondaire.

M. Schur a obtenu de bons résultats avec l'écran liquide (à solution de fluorescine) de Mittenzwey, qui a pour but d'éteindre le spectre secondaire (bleu ou violet) des objectifs achromatiques.

Sadler (*H.*). — Sur une nébuleuse.

M. Sadler pense que la nébuleuse qui, d'après M. Schulhof, aurait disparu (*Catalogue général*, n° 2094) n'est autre chose que la nébuleuse marquée *Nova* 72 chez d'Arrest, la distance polaire du Catalogue d'Herschel étant affectée d'une erreur de 1°.

Wilsing (*J.*). — Observations de la variable U Céphée.

De novembre 1881 à avril 1884, M. Wilsing a observé dix-huit minima. Il a fait usage de photomètres de construction assez diverse. Le résultat

Digitized by Google

capital de ses recherches, c'est que les variations d'éclat de cette étoile sont représentées par deux courbes différentes qui se succèdent alternativement. En d'autres termes, la période se compose de deux sous-périodes. Période moyenne $2^j 11^h 49^m 43^s$.

Knott (*G.*). — Observations de la même variable.

M. Knott observe depuis 1880. Il trouve une période de $2^j,4928722$, qui s'accorde assez bien avec l'une des périodes trouvées par Schmidt, et encore mieux avec la période moyenne de M. Wilsing. Il a également constaté des minima alternants.

Schur (*W.*). — Éclipse du quatrième satellite de Jupiter.

Braun (*C.*). — Observations de la comète 1884, I (Pons-Brooks) à Kalocsa.

Schiaparelli (*G.-V.*). — Observations de la même comète à Milan.

Ces observations sont accompagnées de notes très détaillées et de quelques figures.

Millosevich (*E.*). — Observations de Japhet.

Asaph Hall jr. — Remarque sur une formule de Brunnow.

La remarque a trait à un terme oublié dans l'expression de r^2 que l'on rencontre dans la théorie de l'héliomètre.

Marcuse (*Ad.*). — Sur la constitution physique des comètes.

L'article est un extrait substantiel du travail qui a été analysé ici même (*Bulletin*, I, p. 189-197). L'auteur a profité de l'occasion pour rectifier quelques erreurs que contient sa brochure.

Gothard (*E. de*). — Observations spectroscopiques de la comète 1884, I, à Herény.

Wilson (*H.-C.*). — Observations de la même comète, à Cincinnati.

Celoria (*G.*). — Sur la comète de 1433.

Donati avait signalé, en 1864, l'existence d'un manuscrit de Toscanelli qui renferme des observations des comètes de 1433, 1449, 1456, 1457,

Digitized by Google

1472. M. Celoria espère qu'il sera possible de tirer parti de ces documents, qui révèlent un observateur habile et consciencieux. Comme un premier spécimen du travail qu'il a entrepris, M. Celoria donne aujourd'hui les résultats relatifs à la comète de 1433, dont on n'avait encore que des éléments calculés d'après les indications assez vagues des chroniques chinoises (éléments de Hind et de Laugier). Toscanelli a marqué sur deux feuilles la route apparente de la comète au milieu des constellations, depuis le 5 jusqu'au 31 octobre 1433, et les positions relevées par M. Celoria sont probablement exactes à quelques minutes près. Celles du 5, du 20 et du 31 lui ont donné les éléments suivants :

$$T = 1433, \text{ novembre } 7,\ 7766 \text{ t. m. de Paris.}$$

$$\left.\begin{aligned} \pi &= 285^\circ 39',5 \\ \Omega &= 96.20,3 \\ i &= 104.0,1 \end{aligned}\right\} \text{Équinoxe vrai du 4 octobre.}$$

$$\text{Log } q = 9,69264.$$

Ces éléments, assez différents de ceux que l'on possédait, représentent très bien les observations de Toscanelli, et s'accordent aussi avec les indications des Chinois.

Ekholm (*N.*). — Liste des culminations lunaires observées en 1882 par l'expédition suédoise au Spitzberg.

Cruls (*L.*). — Lettre concernant la comète 1883, II.

M. Cruls fait savoir qu'on a pu observer à Rio-Janeiro la comète découverte par M. Tebbutt. Les observations vont du 17 au 25 janvier.

Rosén (*P.-G.*). — Détermination télégraphique de la longitude d'Upsal.

Aux mois d'avil et de mai 1883, on a déterminé la différence de longitude entre Stockholm et Upsal ($1^m 43^s,796$); elle donne $1^h 10^m 30^s,19$ pour la longitude d'Upsal à l'est de Greenwich.

Weiss. — La comète 1858, III.

Une nébuleuse très faible, qui avait été vue, le 26 mai, par 265° 12′ d'ascension droite, et 35° 32′ de déclinaison boréale, et qu'on n'a plus retrouvée le 20 juin, pourrait bien être la comète dont M. Schulhof soupçonne la périodicité, et dont il a publié l'éphéméride de recherche.

R. R.

Digitized by Google

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

SUR UN CAS PARTICULIER DU PROBLÈME DES TROIS CORPS;

PAR M. HUGO GYLDÉN.

On sait que le problème des trois corps se résout exactement dans quelques cas exceptionnels. Les conditions sous lesquelles cette solution est possible ont été examinées par Lagrange dans son Mémoire important : *Essai sur le problème des trois corps*, et on les retrouve aussi dans le tome IV de la *Mécanique céleste*. Voici ces conditions :

Les trois corps doivent, ou rester perpétuellement sur la même ligne droite, qui cependant peut changer de position dans l'espace, ou former un triangle équilatéral qui tourne autour d'un de ces corps.

Mais ce qu'on ne trouve pas dans les Ouvrages mentionnés, c'est l'examen des conditions de stabilité de tels systèmes ; et pourtant, pour en tirer quelque conclusion sur les choses dans le monde réel, il est indispensable de savoir si le système peut être stable ou non. Il faut, en d'autres termes, avoir une solution renfermant le nombre suffisant de constantes arbitraires qui cependant, dans le cas de la stabilité, peuvent être soumises à certaines conditions. En effet, si le système ne peut être nullement stable, il serait impossible d'étudier les mouvements réels en partant de la solution de Lagrange; d'un autre côté, la stabilité ayant lieu, on peut étendre, au moyen des approximations successives, la solution aux cas où les conditions sont à peu près telles que l'exige l'intégration exacte.

A un tel point de vue, il me paraît utile de soumettre le problème dont il s'agit à un nouvel examen, ayant pour but de mettre en évidence les conditions sous lesquelles le système resterait stable, sinon pour toujours, au moins pendant un temps limité. Mais on ne trouvera, dans les pages suivantes, que la recherche de la première partie de l'énoncé, à savoir de celle où l'on suppose les trois corps situés sur la même ligne droite, et, outre cela, je vais faire quelques restrictions relativement aux valeurs des trois masses, restrictions

Digitized by Google

qui cependant sont motivées par les données que nous offre notre système solaire, dans lequel, je le pense, on trouvera des objets réels à soumettre aux résultats de notre analyse.

Nommons A, B, C les trois masses, et r, r', r'' les distances AB, AC, BC; d'après la supposition que les trois corps resteront perpétuellement sur la même ligne droite, on aura

$$r' = r + r''$$

ou

$$r'' = r + r'.$$

Cela étant, si l'on pose

$$r' = mr,$$

l'équation de condition que nous devons à Lagrange devient celle-ci :

$$C(3m^2 - 3m + 1) - Bm^3(m^2 - 3m + 3) - A(m^3 - 1)(m - 1)^2 = 0.$$

Nous allons considérer, dans nos recherches présentes, le cas où A désigne la masse d'une planète, B celle d'un satellite, et enfin C la masse du Soleil; le rapport $\frac{A}{C}$ est donc très petit, et nous supposons le rapport $\frac{B}{C}$ tout à fait inappréciable. De l'équation de Lagrange on tire maintenant, en négligeant les puissances supérieures du rapport $\frac{A}{C}$,

$$\frac{1}{m} = \frac{r}{r'} = \sqrt[3]{\frac{A}{3C}};$$

d'où l'on conclut que le rapport $\frac{r}{r'}$ est partout, dans notre système solaire, très petit.

En désignant par a' le demi-grand axe de l'orbite d'une planète, j'appellerai *centre de libration* le point situé sur son rayon vecteur, et dont la distance au centre de la planète est déterminée au moyen de la formule

$$a = a'\sqrt[3]{\frac{A}{3C}};$$

mais il y a évidemment encore un autre centre de libration, situé sur le prolongement du rayon vecteur, aussi à la distance a du centre de la planète.

Concevons maintenant, dans le voisinage d'un des centres de

Digitized by Google

libration, un corpuscule dont la vitesse soit quelconque, et cherchons à déterminer l'orbite qu'il parcourt.

Soient x' et y' les coordonnées du Soleil, rapportées au centre de la planète et au plan de son orbite; puis x, y, z celles du mobile dont nous chercherons la trajectoire. Maintenant, si nous développons la fonction perturbatrice suivant les puissances de $\frac{r}{r'}$, et si nous nous arrêtons aux premiers termes, les équations différentielles de notre problème seront les suivantes :

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{d^2x}{dt^2} + \dfrac{Ax}{r^3} + \dfrac{Cx}{r'^3} = 3Cx'\dfrac{xx'+yy'}{r'^5}, \\ \dfrac{d^2y}{dt^2} + \dfrac{Ay}{r^3} + \dfrac{Cy}{r'^3} = 3Cy'\dfrac{xx'+yy'}{r'^5}, \\ \dfrac{d^2z}{dt^2} + \dfrac{Az}{r^3} + \dfrac{Cz}{r'^3} = 0. \end{cases}$$

Nous supposons les coordonnées x, y, z très peu différentes des coordonnées x_0, y_0, z_0 du centre de libration; mais, parce que le centre de libration est situé sur le rayon vecteur r', on a nécessairement

$$z_0 = 0;$$

d'où l'on conclut que z est toujours une petite quantité dont nous négligerons le carré. Il s'ensuit que l'on peut traiter les deux premières des équations (1) indépendamment de la troisième.

Par un procédé bien connu on obtient :

$$x\frac{d^2y}{dt^2} - y\frac{d^2x}{dt^2} = 3C\frac{(y'x - x'y)(xx'+yy')}{r'^5},$$

$$r\frac{d^2r}{dt^2} + \left(\frac{dr}{dt}\right)^2 - \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 - \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \frac{A}{r} + \frac{Cr^2}{r'^3} = 3C\frac{(xx'+yy')^2}{r'^5},$$

et, si l'on pose

$$x = r\cos v, \quad x' = r'\cos v',$$
$$y = r\sin v, \quad y' = r'\sin v',$$

il viendra

$$\frac{d\left(r^2\dfrac{dv}{dt}\right)}{dt} = -\frac{3}{2}C\frac{r^2}{r'^3}\sin 2(v - v'),$$

$$r\frac{d^2r}{dt^2} - r^2\left(\frac{dv}{dt}\right)^2 + \frac{A}{r} + \frac{Cr^2}{r'^3} = 3C\frac{r^2}{r'^3}\cos^2(v - v').$$

Mais, la différence $v - v'$ étant, selon nos suppositions, une petite

Digitized by Google

quantité, nous en négligerons le carré, de sorte que nous aurons

$$(2)\quad \begin{cases} \dfrac{d\left(r^2\dfrac{dv}{dt}\right)}{dt} = -3\dfrac{Cr^2}{r'^3}(v-v'), \\ r\dfrac{d^2r}{dt^2} - r^2\left(\dfrac{dv}{dt}\right)^2 + \dfrac{A}{r} - \dfrac{2Cr^2}{r'^3} = 0. \end{cases}$$

Dans les équations ci-dessus j'introduirai, au lieu de r et de v, deux autres fonctions à déterminer, mais avant tout je remplacerai la variable indépendante t par une autre v_0, en posant

$$r^2\frac{dv_0}{dt} = \sqrt{c_0},$$

$\sqrt{c_0}$ étant une constante arbitraire. Maintenant, si je pose

$$v - v_0 = \chi,$$
$$\frac{a}{r} = 1 + \rho, \quad \frac{a'}{r'} = 1 + \rho',$$

j'obtiendrai, après avoir établi l'équation de condition

$$(3)\quad 1 - \frac{Aa}{c_0} + 2\frac{Ca^4}{c_0 a'^3} = 0,$$

au lieu des équations (2), les suivantes :

$$(4)\quad \begin{cases} \dfrac{d^2\chi}{dv_0^2} = -3\dfrac{Ca^4}{c_0 a'^3}(\chi + v_0 - v'), \\ \dfrac{d^2\rho}{dv_0^2} + \left(1 - 6\dfrac{Ca^4}{c_0 a'^3}\right)\rho + 2\dfrac{d\chi}{dv_0} = -6\dfrac{Ca^4}{c_0 a'^3}\rho'. \end{cases}$$

Mais il nous faut obtenir une autre relation entre l'arbitraire $\sqrt{c_0}$ et le rapport $\frac{a}{a'}$. Dans ce but, nous nous rappelons que la différence $v - v'$ ne peut contenir que des termes périodiques, parce qu'un terme croissant avec le temps ou avec la variable v_0 la rendrait très grande, ce qui serait en désaccord avec notre supposition. Maintenant, si l'on y ajoute la condition que la fonction χ reste toujours petite, tant que le système est stable, on parvient à déterminer l'arbitraire $\sqrt{c_0}$, de manière à avoir un résultat de la forme

$$\frac{dv'}{dv_0} = 1 + \text{des termes périodiques.}$$

En supposant l'excentricité de l'orbite de A autour de C telle-

Digitized by Google

ment petite que l'on en puisse négliger le carré, nous aurons

$$\frac{dv'}{dt} = \frac{\sqrt{(A+C)a'}}{r'^2};$$

d'où l'on obtient, en comparant cette expression à celle de $\frac{dv_0}{dt}$,

$$\frac{dv'}{dv_0} = \frac{\sqrt{(A+C)a'}}{\sqrt{c_0}}\,\frac{r^2}{r'^2},$$

$$= \frac{\sqrt{(A+C)a'}}{\sqrt{c_0}}\,\frac{a^2}{a'^2}(1 - 2\rho + 2\rho' + \ldots).$$

On verra que la fonction ρ ne contiendra que des termes périodiques, du moins si le système reste stable; or, en négligeant les carrés de ρ et ρ', ainsi que leurs produits et puissances supérieures, il en résulte

$$\frac{\sqrt{(A+C)a'}}{\sqrt{c_0}}\,\frac{a^2}{a'^2} = 1$$

ou

$$c_0 = (A+C)\frac{a^4}{a'^4}a'.$$

En ayant égard à l'équation (3), on trouve maintenant la valeur approchée

$$\frac{a}{a'} = \sqrt{\frac{A}{3C}},$$

conformément au résultat déjà indiqué que nous avons obtenu à l'aide de l'équation de Lagrange. Nous aurons d'abord

$$v' - v_0 = -2\int\rho\, dv_0 + 2\int\rho'\, dv_0;$$

puis, en vertu des équations (4),

$$\frac{d^2\gamma}{dv_0^2} + 3\gamma = -6\int\rho\, dv_0 + 6\int\rho'\, dv_0,$$

$$\frac{d^2\rho}{dv_0^2} - 5\rho + 2\frac{d\gamma}{dv_0} = -6\rho',$$

et ces équations se simplifient encore, si l'on pose

$$\frac{d\gamma}{dv_0} = \sigma;$$

il en résulte

$$(5)\quad \begin{cases} \dfrac{d^2\sigma}{dv_0^2} + 3\sigma + 6\rho = 6\rho', \\[2ex] \dfrac{d^2\rho}{dv_0^2} - 5\rho + 2\sigma = -6\rho'. \end{cases}$$

Digitized by Google

On tire aisément de ces équations une seule équation du quatrième ordre. En effet, si l'on différentie la seconde deux fois, il vient

$$\frac{d^4\rho}{dv_0^4} - 5\frac{d^2\rho}{dv_0^2} + 2\frac{d^2\sigma}{dv_0^2} = -6\frac{d^2\rho'}{dv_0^2},$$

et maintenant, si l'on élimine σ et $\frac{d^2\sigma}{dv_0^2}$, il en résulte

$$(6) \qquad \frac{d^4\rho}{dv_0^4} - 2\frac{d^2\rho}{dv_0^2} - 27\rho = -6\frac{d^2\rho'}{dv_0^2} - 30\rho'.$$

La position de l'axe de x peut évidemment être tellement choisie que l'on ait

$$\rho' = e'\cos v',$$

e' étant l'excentricité de la planète; mais, comme nous négligerons les termes du deuxième ordre, nous aurons

$$\rho' = e'\cos v_0,$$

ce qui nous conduit immédiatement à une intégrale particulière de l'équation (6), à savoir

$$\rho = \rho'.$$

Maintenant, il est facile d'obtenir l'intégrale générale de l'équation proposée. Dans ce but, nous y introduisons

$$(7) \qquad \rho = \rho' + \rho_1,$$

ce qui nous donne l'équation suivante

$$\frac{d^4\rho_1}{dv_0^4} - 2\frac{d^2\rho_1}{dv_0^2} - 27\rho_1 = 0,$$

dont l'intégrale s'obtient de la manière bien connue. En effet, soient $+\varepsilon_1$, $-\varepsilon_1$, $+i\varepsilon_2$, $-i\varepsilon_2$ les racines de l'équation

$$x^4 - 2x^2 - 27 = 0;$$

on aura

$$(8) \qquad \rho_1 = c_1 e^{\varepsilon_1 v_0} + c_2 e^{-\varepsilon_1 v_0} + c_3 e^{i\varepsilon_2 v_0} + c_4 e^{-i\varepsilon_2 v_0},$$

c_1, c_2, c_3, c_4 étant les quatre constantes arbitraires.

Ayant obtenu ce résultat, nous allons introduire $\rho = \rho' + \rho_1$ dans la deuxième des équations (5), d'où il résulte

$$2\sigma = 5\rho_1 - \frac{d^2\rho_1}{dv_0^2},$$

Digitized by Google

valeur qui entraîne la suivante :

$$\begin{aligned} 2\sigma = \quad & c_1(5-\varepsilon_1^2)e^{\varepsilon_1 v_0} \\ & + c_2(5-\varepsilon_1^2)e^{-\varepsilon_1 v_0} \\ & + c_3(5+\varepsilon_2^2)e^{i\varepsilon_2 v_0} \\ & + c_4(5+\varepsilon_2^2)e^{-i\varepsilon_2 v_0}. \end{aligned}$$

En intégrant cette expression, après l'avoir multipliée par dv_0, on obtient

$$(9) \quad \left\{ \begin{aligned} \chi = \quad & \frac{1}{2} c_1 \frac{5-\varepsilon_1^2}{\varepsilon_1} e^{\varepsilon_1 v_0} \\ & - \frac{1}{2} c_2 \frac{5-\varepsilon_1^2}{\varepsilon_1} e^{-\varepsilon_1 v_0} \\ & - \frac{i}{2} c_3 \frac{5+\varepsilon_2^2}{\varepsilon_2} e^{i\varepsilon_2 v_0} \\ & + \frac{i}{2} c_4 \frac{5+\varepsilon_2^2}{\varepsilon_2} e^{-i\varepsilon_2 v_0}. \end{aligned} \right.$$

Les résultats que nous venons de trouver s'expriment sous une forme plus convenable, si l'on pose

$$c_1 = \gamma_1 e^{-\Gamma_1}, \quad c_2 = \gamma_1 e^{\Gamma_1},$$
$$c_3 = \gamma_2 e^{-i\Gamma_2}, \quad c_4 = \gamma_2 e^{i\Gamma_2}.$$

Après avoir introduit ces valeurs dans les équations précédentes, on sera conduit aux expressions qu'on trouve réunies ci-dessous

$$(10) \quad \left\{ \begin{aligned} \chi &= \tfrac{1}{2}\gamma_1 \frac{5-\varepsilon_1^2}{\varepsilon_1}\left(e^{\varepsilon_1 v_0 - \Gamma_1} - e^{-(\varepsilon_1 v_0 - \Gamma_1)}\right) \\ &\quad + \gamma_2 \frac{5+\varepsilon_2^2}{\varepsilon_2} \sin(\varepsilon_2 v_0 - \Gamma_2), \\ \rho &= \rho' + \gamma_1\left(e^{\varepsilon_1 v_0 - \Gamma_1} + e^{-(\varepsilon_1 v_0 - \Gamma_1)}\right) \\ &\quad + 2\gamma_2 \cos(\varepsilon_2 v_0 - \Gamma_2) \\ \frac{d\chi}{dv_0} &= \tfrac{1}{2}\gamma_1(5-\varepsilon_1^2)\left(e^{\varepsilon_1 v_0 - \Gamma_1} + e^{-(\varepsilon_1 v_0 - \Gamma_1)}\right) \\ &\quad + \gamma_2(5+\varepsilon_2^2)\cos(\varepsilon_2 v_0 - \Gamma_2), \\ \frac{d\rho}{dv_0} &= \frac{d\rho'}{dv_0} + \gamma_1 \varepsilon_1\left(e^{\varepsilon_1 v_0 - \Gamma_1} - e^{-(\varepsilon_1 v_0 - \Gamma)}\right) \\ &\quad - 2\gamma_2 \varepsilon_2 \sin(\varepsilon_2 v_0 - \Gamma_2). \end{aligned} \right.$$

Reportons-nous maintenant à la troisième des équations (1). Si l'on y introduit

$$z = r\zeta,$$

il viendra

$$r\frac{d^2\zeta}{dt^2} + 2\frac{dr}{dt}\frac{d\zeta}{dt} + \left(\frac{d^2 r}{dt^2} + \frac{A}{r^2} + \frac{Cr}{r'^3}\right)\zeta = 0.$$

Digitized by Google

On en tire, en vertu de la deuxième des équations (2),

$$r\frac{d^2\zeta}{dt^2} + 2\frac{dr}{dt}\frac{d\zeta}{dt} + \left[r\left(\frac{dv}{dt}\right)^2 + \frac{3Cr}{r^3}\right]\zeta = 0,$$

ce qui nous donne, en négligeant partout les quantités du deuxième ordre, et en introduisant, au lieu de t, la variable indépendante v_0,

$$\frac{d^2\zeta}{dv_0^2} + 4\zeta = 0.$$

L'intégrale de cette équation s'offre immédiatement. En désignant par γ_3 et Γ_3 deux arbitraires nouvelles, nous aurons

$$\zeta = \gamma_3 \cos(2v_0 - \Gamma^3).$$

Maintenant il est facile d'apprécier les circonstances dans lesquelles le système resterait stable. En effet, il ne faut pas que la constante arbitraire γ_1 soit égale à zéro, pour avoir une solution qui nous offre des valeurs finies de χ, ρ et de ζ, tant que l'on ne tient pas compte des puissances supérieures de ces quantités. Mais, en tout cas, γ_1 étant égal à zéro, la solution que nous venons d'obtenir nous donne une idée nette du mouvement pendant un temps limité; puis elle nous offre le point de départ pour les développements ultérieurs au moyen des approximations successives, même dans les cas où l'arbitraire γ_1 ne serait pas exactement évanouissante, mais seulement très petite par rapport aux constantes γ_2 et γ_3.

Examinons encore, un peu plus en détail, le cas où γ_1 s'évanouit. Dans cette supposition, nous aurons, en vertu des équations (10),

$$(11)\quad \left\{\begin{aligned} \chi &= \gamma_2 \frac{5+\varepsilon_2^2}{\varepsilon_2}\sin(\varepsilon_2 v_0 - \Gamma_2),\\ \rho - \rho' &= 2\gamma_2\cos(\varepsilon_2 v_0 - \Gamma_2),\\ \frac{d\chi}{dv_0} &= \tfrac{1}{2}(5+\varepsilon_2^2)(\rho-\rho'),\\ \frac{d(\rho-\rho')}{dv_0} &= -\frac{2\varepsilon_2^2}{5+\varepsilon_2^2}\chi; \end{aligned}\right.$$

et parce qu'on a

$$v - v' = -(v' - v_0) + \chi,$$

il viendra

$$v - v' = \gamma_2 \frac{9+\varepsilon_2^2}{\varepsilon_2}\sin(\varepsilon_2 v_0 - \Gamma_2).$$

Digitized by Google

Maintenant, si nous posons

$$\xi = a(v - v'), \quad \eta = a(\rho - \rho'),$$

nous en concluons facilement que le point $\xi\eta$ (ξ et η étant les coordonnées rectilignes dans le plan xy) décrit une ellipse dont les axes sont respectivement $a\gamma_2 \frac{9+\varepsilon_2^2}{\varepsilon_2}$ et $2a\gamma_2$. En conséquence, l'excentricité de cette ellipse est indépendante des constantes arbitraires; on en trouve l'expression suivante :

$$\frac{\sqrt{(9 - 2\varepsilon_2 - \varepsilon_2^2)(9 + 2\varepsilon_2 + \varepsilon_2^2)}}{9 + \varepsilon_2^2}.$$

Cherchons la valeur numérique de cette expression. Dans ce but, nous calculons les racines de l'équation

$$x^2 - 2x - 27 = 0,$$

ce qui nous donne

$$\varepsilon_1^2 = 6,2915, \quad \varepsilon_2^2 = 4,2915.$$

Puis on en déduit

$$\frac{9 + \varepsilon_2^2}{2\varepsilon_2} = 3,2080,$$

d'où l'on obtient

$$\frac{\sqrt{(9 - 2\varepsilon_2 + \varepsilon_2^2)(9 + 2\varepsilon_2 - \varepsilon_2^2)}}{9 + \varepsilon_2^2} = 0,9502.$$

Comme on est porté à admettre que les espaces interplanétaires sont traversés par une multitude de corpuscules dont les directions de mouvement et les vitesses sont bien différentes, il ne paraît pas trop hardi d'en supposer des essaims retenus dans le voisinage des centres de libration. En effet, il n'est pas nécessaire que la direction et la vitesse du mouvement soient telles que l'exigent les équations (11), pour qu'il se forme un système de trois corps de la manière que nous avons envisagée dans ce qui précède.

Peut-être n'est-il pas même trop exagéré d'attribuer à de tels essaims l'aspect de la lueur très faible que nous voyons du côté du ciel opposé au Soleil, lueur que l'on a supposée être en connexion avec la lumière zodiacale, et qui est appelée par les Allemands le « Gegenschein ».

Digitized by Google

DESCRIPTION D'UN NOUVEAU SYSTÈME DE TÉLESCOPE;

PAR M. LOEWY.

Nous avons donné (*Bulletin astronomique,* t. I, p. 265) la description d'un nouveau système de télescope, et fourni en même temps les valeurs numériques de tous les éléments nécessaires à la construction de cet appareil. Le développement des formules a été basé sur cette considération qu'il fallait former, dans toute l'étendue du champ, les images des divers points de l'espace à l'aide de toute la surface réfléchissante du miroir concave.

Pour atteindre ce but, il était nécessaire de donner aux deux miroirs plans la grandeur voulue : au point de vue optique, cette disposition est en général la plus satisfaisante; mais il convient de résoudre le problème d'une manière complète, en fournissant toutes les solutions rationnelles possibles, qui peuvent dans certains cas particuliers trouver leur emploi et être même préférées à la première solution.

On peut aborder la question dans un autre ordre d'idées. Dans notre première solution, les divers points du champ sont toujours obtenus par la réflexion sur la totalité du miroir concave O, mais les parties agissantes du miroir plan ne restent pas rigoureusement les mêmes. En effet, le miroir plan extérieur étant plus grand que $O\sqrt{2}$, il reste disponible un anneau circulaire de quelques centimètres, qui sert à la formation des images en dehors du centre.

Le diamètre de cet anneau dépend naturellement de l'étendue du champ; dans ces conditions, les faisceaux obliques d'un diamètre O peuvent alors être intégralement réfléchis dans le réticule au moyen du réflecteur parabolique.

Dans la solution que nous allons exposer, nous adoptons un point de départ différent. Les divers faisceaux lumineux émanant de la petite région de l'espace, qu'il s'agit d'observer, seront maintenant réfléchis par la surface intégrale du miroir plan extérieur et, contrairement à ce qui a lieu dans la première disposition, par des parties un peu différentes du réflecteur parabolique.

Cette manière de procéder présente, au point de vue matériel, des avantages considérables; la taille des miroirs plans étant plus coûteuse que celle des miroirs concaves, on peut réaliser, comme

Digitized by Google

on le reconnaîtra plus tard, une économie sérieuse dans l'exécution de la partie optique. On verra en outre, plus loin, que la construction générale peut, dans certains cas, être notablement simplifiée.

Le problème, envisagé à ce dernier point de vue, peut être traité de quatre manières différentes; on peut demander :

1° Que le petit miroir intérieur ou l'orifice circulaire soit un minimum;

2° Que le diamètre linéaire du petit miroir intérieur *m* et l'accroissement du diamètre du miroir concave pour l'agrandissement du champ soit un minimum;

3° Que la somme des deux surfaces correspondant à ces deux éléments soit un minimum, c'est-à-dire la surface du petit miroir qui intercepte la lumière et celle qui correspond à l'agrandissement du miroir concave;

4° Que la partie agissante du réflecteur parabolique soit un maximum.

Dans la construction pratique de cet instrument, comme nous l'avons déjà expliqué précédemment, il faut : 1° que la partie diaphragmée soit un minimum à un double point de vue, d'abord pour ne pas intercepter trop de lumière, et ensuite pour ne pas apporter un trouble à la constitution des images; 2° que la distance entre le centre du petit miroir *m* et le réticule soit assez grande pour pouvoir établir l'abri destiné à l'observateur, sans mettre obstacle au mouvement de la partie extérieure de l'instrument; 3° que l'agrandissement du miroir parabolique nécessaire pour obtenir une étendue suffisante du champ ne soit pas considérable; 4° donner au télescope une distance focale convenable, afin de parer aux difficultés signalées; 5° compter avec les ressources matérielles destinées à la construction de l'instrument.

Comme on le voit, la nature du problème est tellement complexe, qu'il n'est guère possible de traiter par l'analyse l'ensemble des conditions données; il était donc nécessaire d'examiner cette construction aux divers points de vue énumérés précédemment. On pourra ainsi choisir le système qui conviendra le mieux aux exigences formulées par la théorie et par la pratique.

La construction du télescope coudé peut donc, en réalité, être effectuée par cinq procédés différents. Nous avons déjà exposé dans le *Bulletin* précédent le système le plus important. Nous

Digitized by Google

allons développer successivement les quatre autres systèmes que nous désignerons par seconde, troisième, quatrième et cinquième solution.

Désignons par :

O le diamètre du réflecteur parabolique;
σ la surface correspondante;
O′ le diamètre de la surface parabolique qui produit l'image d'un point lumineux déterminé dans le réticule;
σ' la surface correspondante à O′;
O‴ le diamètre réduit partiel, c'est-à-dire le diamètre d'un réflecteur qui fournirait la même quantité de lumière que celle obtenue réellement au foyer, en tenant compte uniquement de la perte subie par le petit miroir m ou l'orifice circulaire.

En outre, dans la combinaison actuelle, la surface comprise entre σ et σ' n'intervient pas dans la formation de l'image centrale. Cette petite zone du réflecteur parabolique ne renvoie pas de lumière au foyer. Cette disposition nous prive donc de la quantité de lumière qu'elle pourrait fournir.

Nous allons alors désigner par :

O″ le diamètre réduit absolu du réflecteur O en tenant compte de toutes les causes de déperditions de lumière, et qui proviennent d'après notre définition de $\sigma - \sigma'$ et de m.
f la distance focale;
$r' = \frac{f}{O}$ et $r = \frac{f}{O'}$ le rapport des diamètres et de la distance focale;
s l'étendue angulaire du champ;
m le diamètre du petit miroir intérieur ou de l'ouverture circulaire;
δ la distance du centre m au centre du réticule;
M_1 le diamètre du grand miroir extérieur;
M_2 le diamètre du grand miroir;
d la distance du centre du réflecteur O′ au grand miroir M_2 ou au petit miroir m;
d' la distance des deux grands miroirs M_1 et M_2;
n le rapport $\frac{\delta}{f}$.

On aura alors facilement les relations suivantes :

$$rO' = f. \quad d = rO' - \delta. \quad nf = nO'r = \delta.$$

Digitized by Google

En donnant au grand miroir M_1 la valeur $O'\sqrt{2}$, si l'on veut obtenir dans toute l'étendue du champ des points lumineux d'une égale intensité, il faut augmenter la grandeur du miroir concave O' et lui donner le diamètre $O = O' + (d + d')\tang s$, ou bien, comme nous l'avons fait précédemment, $O = O' + (d + d')\sin s$, s étant une petite quantité; nous supposerons cet élément, comme dans la première solution, égal à $34'$, de manière à pouvoir photographier en entier le Soleil et la Lune. Dans cette condition, pour que les divers faisceaux lumineux, émanant de la région céleste de $34'$ d'étendue angulaire, puissent passer à travers le trou circulaire ou être réfléchis intégralement par le petit miroir, il faut donner à m la valeur

$$\frac{m}{\sqrt{2}} = \frac{\delta}{f} O' + d \sin s - (d + d') \sin s \frac{\delta}{f}.$$

Dans cette équation $\frac{\delta}{f} O'$ est l'épaisseur du faisceau lumineux d'un point déterminé à la distance δ du foyer; $d \sin s$ représente l'augmentation de $\frac{m}{\sqrt{2}}$, afin que le faisceau lumineux sous l'angle s puisse traverser l'orifice circulaire; mais comme, par la grandeur donnée du grand miroir $M_1 = O'\sqrt{2}$, le faisceau lumineux, en s'inclinant, se trouve légèrement déplacé sur le grand miroir O de la quantité $(d + d') \sin s \frac{\delta}{f}$, il en résulte nécessairement pour $\frac{m}{\sqrt{2}}$ une diminution équivalente.

Pour faciliter les quatre solutions, nous allons supposer que $d + d'$ soit égal à f, ce qui n'est pas loin de la réalité, et nous allons tenir compte de la petite différence qui existe entre les deux cas en donnant au grand miroir M_1 la valeur de

$$[O' + (d + d' - f) \sin s]\sqrt{2}.$$

Dans ces conditions,

$$\frac{m}{\sqrt{2}} = \frac{\delta}{r} + (rO' - \delta) \sin s - \delta \sin s = \frac{\delta}{r} + (rO' - 2\delta) \sin s$$

et

$$O = O' + f \sin s$$

La seconde solution sera obtenue en cherchant la valeur de r pour laquelle m devient un minimum; nous différentions l'équa-

Digitized by Google

tion $\frac{m}{\sqrt{2}}$ par rapport à r et nous mettons $\frac{dm}{dr} = 0$. On a ainsi

$$-\frac{\delta}{r^2} + O' \sin s = 0,$$

$$r = \sqrt{\frac{\delta}{O' \sin s}}, \quad f = \sqrt{\frac{O'\delta}{\sin s}}, \quad \frac{\delta}{r} = \sqrt{O'\delta \sin s}, \quad d = \sqrt{\frac{O'\delta}{\sin s}} - \delta,$$

$$\frac{m}{\sqrt{2}} = 2(\sqrt{O'\delta \sin s} - \delta \sin s), \quad M_1 = [O' + (d + d' - f)\sin s]\sqrt{2},$$

$$M_2 = [O' + (2d' - \delta)\sin s]\sqrt{2}.$$

Les trois éléments principaux dont il faut tenir compte dans la construction de cet appareil sont d'abord l'ouverture du réflecteur, ensuite l'étendue du champ, et finalement le rapport $\frac{m}{O'\sqrt{2}}$ qui, au point de vue optique, joue un rôle très important. Nous considérons ces éléments comme des constantes données et nous déterminons à leur aide toutes les autres quantités. On a ainsi

$$\frac{m}{\sqrt{2}} = pO' = 2(\sqrt{O'\delta \sin s} - \delta \sin s) \quad \text{ou} \quad \delta \sin s - \sqrt{O\delta \sin s} = -\frac{pO'}{2}.$$

En cherchant la valeur de $\sqrt{\delta \sin s}$ de cette équation du second degré par rapport à cette quantité, on obtient

$$\sqrt{\delta \sin s} = \frac{\sqrt{O'}}{2}(1 - \sqrt{1 - 2p}),$$

ou

$$\delta \sin s = \frac{O'}{2}(1 - p - \sqrt{1 - 2p}),$$

$$r = \frac{1}{2 \sin s}(1 - \sqrt{1 - 2p}), \quad f = \frac{O'}{2 \sin s}(1 - \sqrt{1 - 2p}),$$

$$\frac{\delta}{r} = \frac{O'}{2}(1 - \sqrt{1 - 2p}), \quad O = O' + f \sin s,$$

$$O' = \frac{O}{1 + \frac{1}{2}(1 - \sqrt{1 - 2p})}.$$

Le Tableau I a été construit de $p = 0,19$ à $p = 0,24$ et, pour les valeurs O, de $0^m,30$ à 1^m. Nous remarquons, à l'inspection de ce Tableau, que les diamètres des miroirs plans et du petit miroir m sont peu considérables, et qu'en outre la distance focale est grande. Mais, d'un autre côté, le diamètre réduit atteint des valeurs assez notables, ce qui est contraire à une des conditions les

Digitized by Google

plus essentielles du problème, de sorte que cette solution ne nous paraît pas présenter, par rapport aux autres, un avantage quelconque.

Nous avons adopté pour d'' la valeur de $3^m,50$, ce qui permet de donner à la salle d'observation une élévation convenable.

Pour qu'une solution soit très satisfaisante, il faut que le diamètre réduit, tel qu'il résulte, après avoir tenu compte de toutes les causes de déperdition de lumière, soit le plus grand possible; ou, inversement, que le rapport $P' = \frac{O - O''}{O}$ soit un minimum.

La partie agissante du réflecteur parabolique O étant O′ et la quantité de lumière fournie par O′ étant égale à celle donnée par O‴, on reconnaît immédiatement que le diamètre réduit partiel O‴ est égal au diamètre réduit absolu O″.

Nous fournissons, dans tous les Tableaux suivants, la valeur de P′, ce qui permet de se rendre facilement compte de la valeur de la combinaison donnée.

(*A suivre.*)

DÉTERMINATION GÉOMÉTRIQUE DES POSITIONS APPARENTES DES ÉTOILES CIRCOMPOLAIRES;

PAR M. A. GAILLOT.

Les formules à l'aide desquelles on passe habituellement des positions moyennes des étoiles à leurs positions apparentes se réduisent aux premiers termes de développements en série dont les suivants, ordinairement très faibles et tout à fait négligeables, peuvent toutefois acquérir des valeurs assez sensibles quand l'étoile est très voisine du pôle.

Bien que l'erreur commise, enné gligeant ces petits termes, reste inférieure à l'erreur probable d'une observation isolée, il peut y avoir intérêt à s'en affranchir lorsque l'on a à considérer des moyennes de séries d'observations, comme il arrive dans les recherches relatives à la nutation et à l'aberration.

Nous croyons donc utile de donner une méthode géométrique rigoureuse, pour déterminer la position apparente d'une étoile à une époque quelconque, lorsque l'on connaît sa position moyenne à une époque initiale donnée. Il est d'ailleurs évident que l'exactitude des résultats obtenus par cette méthode reste subordonnée

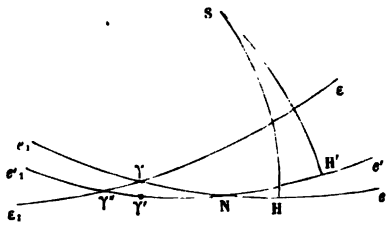
Digitized by Google

à l'exactitude des constantes relatives à la précession, à la nutation et à l'aberration.

Soient (*fig.* 12)

$\varepsilon_1 \varepsilon$ l'écliptique de l'époque initiale t;
$e_1 e$ l'équateur *moyen* de la même époque;
$e'_1 e'$ l'équateur *vrai* de l'époque t;
γ l'équinoxe *moyen* de l'époque t;
γ' l'équinoxe *vrai* de l'époque t';
γ'' l'intersection de $e'_1 e'$ et $\varepsilon_1 \varepsilon$;
N l'intersection des deux équateurs $e_1 e$ et $e'_1 e'$,

Fig. 12.



Soient, en outre, S la position d'une étoile; $\mathfrak{A}$ son ascension droite moyenne et $\mathfrak{D}$ sa déclinaison moyenne à l'époque initiale t; $\mathfrak{A}'$ son ascension droite vraie et $\mathfrak{D}'$ sa déclinaison vraie à l'époque t'.

H et H' étant les pieds des arcs de grand cercle abaissés de S perpendiculairement sur $e_1 e$ et $e'_1 e'$, on a

$$\mathfrak{A} = \gamma\,\mathrm{H}, \quad \mathfrak{D} = \mathrm{SH},$$
$$\mathfrak{A}' = \gamma'\mathrm{H}', \quad \mathfrak{D}' = \mathrm{SH}'.$$

Posant $\mathrm{NH} = \mathrm{A}$, $\mathrm{NH}' = \mathrm{A}'$ et $\mathrm{H}'\mathrm{N}\,\mathrm{H} = \theta$, on obtient facilement les trois relations suivantes :

$$(\mathrm{I}) \quad \begin{cases} \cos\mathrm{A}'\cos\mathfrak{D}' = +\cos\mathrm{A}\cos\mathfrak{D} = \mathfrak{M}, \\ \sin\mathrm{A}'\cos\mathfrak{D}' = +\sin\mathrm{A}\cos\mathfrak{D}\cos\theta + \sin\mathfrak{D}\sin\theta = \mathfrak{N}, \\ \sin\mathfrak{D}' = -\sin\mathrm{A}\cos\mathfrak{D}\sin\theta + \sin\mathfrak{D}\cos\theta = \mathfrak{P}. \end{cases}$$

Posant encore $\gamma\mathrm{N} = u$, $\gamma''\mathrm{N} = u'$, $\gamma''\gamma = \upsilon$, on a

$$\mathrm{A} = \mathrm{NH} = \gamma\mathrm{H} - \gamma\mathrm{N} = \mathfrak{A} - u, \quad \mathrm{A}' = \mathrm{NH}' = \gamma'\mathrm{H}' - \gamma''\mathrm{N} + \gamma''\gamma' = \mathfrak{A}' - u' + \upsilon$$

ω étant l'obliquité *moyenne* de l'écliptique à l'époque t, ω' l'angle que fait l'écliptique de l'époque t avec l'équateur *vrai* de l'époque t',

Digitized by Google

$N\gamma\gamma'' = 180^\circ - \omega$, $\gamma\gamma''N = \omega'$, et si l'on pose $\gamma\gamma'' = \psi$, le triangle $\gamma\gamma''N$ donne

$$(\mathrm{II})\quad \left\{\begin{aligned} \operatorname{tang}\frac{u'+u}{2} &= -\frac{\sin\frac{\omega'+\omega}{2}}{\sin\frac{\omega'-\omega}{2}}\operatorname{tang}\frac{\psi}{2},\\ \operatorname{tang}\frac{u'-u}{2} &= +\frac{\cos\frac{\omega'+\omega}{2}}{\cos\frac{\omega'-\omega}{2}}\operatorname{tang}\frac{\psi}{2},\\ \operatorname{tang}\frac{\theta}{2} &= +\frac{\sin\frac{u'-u}{2}}{\sin\frac{u'+u}{2}}\operatorname{tang}\frac{\omega'+\omega}{2}. \end{aligned}\right.$$

En prenant 1850 pour origine du temps, on a, d'après Le Verrier (¹), l'unité de temps étant l'année tropique,

$$\psi = [50'',37032 - 0'',00010880(t'+t)](t'-t) + \Psi,$$
$$\upsilon = [0,14790 - 0,00024168(t'+t)](t'-t)\ (^2),$$
$$\omega = 23^\circ 27' 31'',83 - 0'',47594t - 0'',00000149t^2,$$
$$\omega' = 23^\circ 27' 31'',83 - 0'',47594t - 0'',00000149t^2 + 0'',00000719(t'^2 - t^2) + \Omega,$$

Ψ et Ω représentant l'effet de la nutation sur les longitudes et sur l'obliquité de l'écliptique.

A l'aide des données précédentes on obtiendrait, par les deux premières des équations (II), les valeurs de u et u'; la troisième donnerait ensuite θ; puis, ayant calculé $\mathcal{A} = \mathcal{A}' - u$, on déterminerait, par les équations (I), A' et Ω' et enfin $\mathcal{A}' = A' + u' - \upsilon$.

Les valeurs de $\mathcal{A}'$ et Ω', ainsi obtenues, représenteraient, pour l'époque t', les coordonnées réelles de l'étoile supposée immobile dans l'espace. Pour avoir ses coordonnées apparentes, il nous faut en outre tenir compte de l'aberration : nous ne considérerons

(¹) *Annales de l'Observatoire de Paris*, Mémoires, t. II, ch. IX, p. 174 et 197, et t. IV, ch. XIV, p. 104. On a appliqué ici les petites corrections rendues nécessaires par le changement de l'unité de temps, les nombres de Le Verrier se rapportant à l'année julienne. On trouvera d'ailleurs le principe même de notre méthode dans le ch. IX du t. II.

(²) Il n'est peut-être pas inutile de faire remarquer que υ représente l'arc d'équateur compris entre l'écliptique de l'époque t et l'écliptique de l'époque t'.

Digitized by Google

d'ailleurs ici que la partie de l'aberration dépendant du mouvement de la Terre autour du Soleil.

Prenons un système d'axes rectangulaires ayant leur origine au centre de la Terre et dirigés, dans le sens positif, l'axe des x vers l'équinoxe vrai γ'; l'axe des y, dans le plan de l'équateur vrai $e'_1 e'$, vers l'est; l'axe des z vers le pôle nord. Les composantes de la vitesse de la Terre, suivant ces axes, auront pour expression

$$\frac{dx}{dt} = + \frac{va}{\sqrt{1-e^2}} (\sin \odot + e \sin P),$$

$$\frac{dy}{dt} = - \frac{va}{\sqrt{1-e^2}} (\cos \odot + e \cos P) \cos \omega_1,$$

$$\frac{dz}{dt} = - \frac{va}{\sqrt{1-e^2}} (\cos \odot + e \cos P) \sin \omega_1,$$

v représentant la vitesse angulaire moyenne de la Terre dans son orbite, a et e le demi-grand axe et l'exentricité de cette orbite, $\odot$ et P les longitudes géocentriques du Soleil et du périgée de l'orbite apparente du Soleil autour de la Terre, ω_1 l'obliquité de l'écliptique de l'époque t' sur l'équateur vrai de la même époque.

Faisons maintenant tourner tout le système autour de l'axe des z d'une quantité angulaire mesurée par l'arc $\gamma' N = u'$; les composantes de la vitesse de la Terre suivant les nouveaux axes seront

$$\frac{dx'}{dt} = \frac{dx}{dt} \cos u' + \frac{dy}{dt} \sin u',$$

$$\frac{dy'}{dt} = - \frac{dx}{dt} \sin u' + \frac{dy}{dt} \cos u',$$

$$\frac{dz'}{dt} = \frac{dz}{dt}$$

ou

$$\frac{dx'}{dt} = + \frac{na}{\sqrt{1-e^2}} \left[\sin(\odot - u') + e \sin(P - u') + 2 \sin^2 \frac{\omega_1}{2} \sin u' (\cos \odot + e \cos P) \right]$$

$$\frac{dy'}{dt} = - \frac{na}{\sqrt{1-e^2}} \left[\cos(\odot - u') + e \cos(P - u') - 2 \sin^2 \frac{\omega_1}{2} \cos u' (\cos \odot + e \cos P) \right],$$

$$\frac{dz'}{dt} = - \frac{\sqrt{1-e^2}}{na} [\cos \odot + e \cos P] \sin \omega_1.$$

Quant aux composantes, suivant les mêmes axes, de la vitesse V

Digitized by Google

de la lumière émanée de l'étoile, elles seront

$$\frac{dX'}{dt} = -V\cos A'\cos \mathfrak{D}',$$

$$\frac{dY'}{dt} = -V\sin A'\cos \mathfrak{D}',$$

$$\frac{dZ'}{dt} = -V\sin \mathfrak{D}'.$$

Posons

$$b = \frac{1}{V}\frac{na}{\sqrt{1-e^2}},$$

$$m = b\left[\sin(\odot - u') + e\sin(P - u') + 2\sin^2\frac{\omega_1}{2}\sin u'(\cos\odot + e\cos P)\right],$$

$$n = b\left[\cos(\odot - u') + e\cos(P - u') - 2\sin^2\frac{\omega_1}{2}\cos u'(\cos\odot + e\cos P)\right],$$

$$p = b\left[\cos\odot + e\cos P\right]\sin\omega_1.$$

La résultante de la vitesse de la Terre et de la vitesse, prise en sens contraire, de la lumière émanée de l'étoile, aura pour composantes, suivant les axes,

$$\text{(III)}\quad \left\{\begin{aligned} \frac{d\xi}{dt} &= \frac{dx'}{dt} - \frac{dX'}{dt} = V(\mathfrak{M} + m),\\ \frac{d\eta}{dt} &= \frac{dy'}{dt} - \frac{dY'}{dt} = V(\mathfrak{N} - n),\\ \frac{d\zeta}{dt} &= \frac{dz'}{dt} - \frac{dZ'}{dt} = V(\mathfrak{P} - p),\end{aligned}\right.$$

les valeurs de $\mathfrak{M}$, $\mathfrak{N}$ et $\mathfrak{P}$ étant fournies par les équations (I).

La direction de la résultante définie par les équations (III) est précisément celle suivant laquelle est vue l'étoile. Il en résulte que les coordonnées polaires apparentes A'' et $\mathfrak{D}''$ de celle-ci, rapportées à l'équateur vrai et au méridien passant par le point N seront déterminées par les formules

$$\text{(IV)}\quad \left\{\begin{aligned} \operatorname{tang} A'' &= \frac{\left(\frac{d\eta}{dt}\right)}{\left(\frac{d\xi}{dt}\right)} = \frac{\mathfrak{N} - n}{\mathfrak{M} + m},\\ \operatorname{tang}\mathfrak{D}'' &= \frac{\frac{d\zeta}{dt}}{\sqrt{\left(\frac{d\xi}{dt}\right)^2 + \left(\frac{d\eta}{dt}\right)^2}} = \frac{\mathfrak{P} - p}{\sqrt{(\mathfrak{M} + m)^2 + (\mathfrak{N} - n)^2}},\end{aligned}\right.$$

Digitized by Google

On aura enfin, pour l'ascension droite apparente $\mathfrak{A}''$ de l'étoile,

$$\text{(V)} \qquad \mathfrak{A}'' = A'' + u' - \upsilon.$$

Les quantités u, $u' - \upsilon$, θ, m, n et p, qui entrent dans les formules précédentes, ne dépendent que du temps et sont les mêmes pour toutes les étoiles : une Table spéciale les donnera, soit directement, soit par interpolation, pour tous les jours de l'année.

Si $\omega' - \omega$ et ψ deviennent simultanément de plus en plus petits et tendent à la fois vers zéro, les formules (II) donnent pour $\frac{u' + u}{2}$ et $\frac{\theta}{2}$ des valeurs mal déterminées, $u' - u$ conservant seul toute la précision désirable. Dans ce cas, on calculera θ par la formule suivante

$$\sin^2 \frac{\theta}{2} = \sin^2 \frac{\omega' - \omega}{2} + \sin\omega \sin\omega' \sin^2 \frac{\psi}{2}$$

qu'on déduit facilement de celle-ci

$$\cos\theta = \cos\omega \cos\omega' + \sin\omega \sin\omega' \cos\psi.$$

On pourra d'ailleurs, à cause de l'extrême petitesse des angles θ, $\omega' - \omega$ et ψ, prendre, surtout dans le cas considéré,

$$\theta = \pm\sqrt{(\omega' - \omega)^2 + \sin^2\omega\,\psi^2},$$

le signe étant déterminé par la troisième des formules (II).

Quant à $\frac{u' + u}{2}$, l'erreur possible est sans inconvénient. En effet, à cause de l'extrême faiblesse de θ dans le cas particulier considéré, les formules (I) donnent très sensiblement $A' = A$ et $\mathfrak{D}' = \mathfrak{D}$, quel que soit A. L'erreur $\delta A = -\delta u$ produit donc, à un infiniment petit près, une erreur $\delta A' = -\delta u$; or, dans le calcul de $\mathfrak{A}' = A' + (u' - \upsilon)$, on introduit une nouvelle erreur, $\delta u' = +\delta u$, égale à la précédente, et le signe contraire, de sorte que la valeur de $\mathfrak{A}'$ n'est pas altérée. Il en sera évidemment de même de celle de $\mathfrak{A}''$.

Nous résumons les calculs à effectuer dans le Tableau suivant, admettant que la Table dont nous venons de parler ait été construite :

Données, $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{D}$ et t';
Inconnues, $\mathfrak{A}''$ et $\mathfrak{D}''$.

Digitized by Google

On aura

u, donné par la Table (argument t'),
$A = \mathcal{A} - u$,
θ, donné par la Table,
$\mathfrak{M}$, $\mathfrak{N}$, $\mathfrak{P}$ calculés par les formules (I),
m, n, p donnés par la Table,
A'' et $\mathfrak{D}''$ calculés par les formules (IV),
$u' - \upsilon$, donné par la Table.
$\mathcal{A}'' = A'' + u' - \upsilon$.

On a fréquemment à résoudre le problème inverse, lorsque, ayant observé les coordonnées apparentes d'une circompolaire à l'époque t', on veut en déduire ses coordonnées moyennes à l'époque initiale t. Dans ce cas, les calculs s'effectueront comme il suit :

Données, $\mathcal{A}''$, $\mathfrak{D}''$ et t',
Inconnues, $\mathcal{A}$ et $\mathfrak{D}$.

$$A'' = \mathcal{A}'' - (u' - \upsilon),$$
$$U = m \cos A'' \cos \mathfrak{D}'' - n \sin A'' \cos \mathfrak{D}'' - p \sin \mathfrak{D}'',$$
$$S = U + \sqrt{1 + U^2 - (m^2 + n^2 + p^2)},$$
$$\mu = S \cos A'' \cos \mathfrak{D}'' - m,$$
$$\nu = S \sin A'' \cos \mathfrak{D}'' + n,$$
$$\pi = S \sin \mathfrak{D}'' + p,$$
$$\operatorname{tang} A = \frac{\nu \cos\theta - \pi \sin\theta}{\mu},$$
$$\cos \mathfrak{D} = \frac{\mu}{\cos A} = \frac{\nu \cos\theta - \pi \sin\theta}{\sin A},$$
$$\mathcal{A} = A + u,$$

les quantités u, $u' - \upsilon$, θ, m, n et p étant les mêmes que précédemment. Ces dernières formules se déduisant facilement de la théorie précédente, nous croyons inutile de donner les développements qui y conduisent.

SOLUTION GRAPHIQUE DU PROBLÈME DE KEPLER;

PAR M. R. RADAU.

On sait que l'anomalie excentrique E se déduit de l'anomalie moyenne M à l'aide de la relation

$$E = M + e \sin E,$$

Digitized by Google

où e représente l'excentricité exprimée en degrés [1]. Cette équation est facile à résoudre par tâtonnement, lorsqu'on a déjà une valeur suffisamment approchée de E (E_0), avec laquelle on trouve

$$E_1 = M + e \sin E_0.$$

On obtient E_2 en mettant E_1 à la place de E_0, ou bien en faisant, avec Gauss,

$$E_2 = E_1 + \frac{\lambda}{\mu - \lambda}(E_1 - E_0),$$

où λ, μ sont les différences tabulaires de $\log \sin E_0$ et de $\log e \sin E_0$ pour des différences égales des arguments (par exemple pour $\Delta E_0 = \Delta e \sin E_0 = 10''$).

Toute la difficulté consiste donc à choisir convenablement E_0. C'est pour faciliter cette première approximation que M. de Gasparis a publié en 1857 (*A. N.*, 1082) des Tables qui donnent le rapport $\frac{E - M}{\sin E}$, pour tous les degrés des arguments M, E, et M. Doberck en 1878 (*A. N.*, 2202) des Tables qui donnent directement E avec les arguments M, e. On a proposé aussi des constructions graphiques, plus ou moins simples; je me contenterai de citer celle d'Encke (*A. N.*, 714), qui ressemble à un procédé déjà employé par Hermann et par Cassini, et celle de M. Dubois (*A. N.*, 1404), qui repose, comme l'une des méthodes d'Hermann, sur l'emploi de la sinusoïde. Mais nous allons voir qu'il est possible d'éviter les Tables à double entrée et les opérations graphiques en préparant, une fois pour toutes, un diagramme formé seulement d'un système de lignes droites, qui donne à vue la valeur cherchée de l'anomalie E.

En effet, si nous prenons e pour abscisse, M pour ordonnée, l'équation $M = E - e \sin E$ représente une droite le long de laquelle E = const. Pour la tracer, il suffit d'observer que

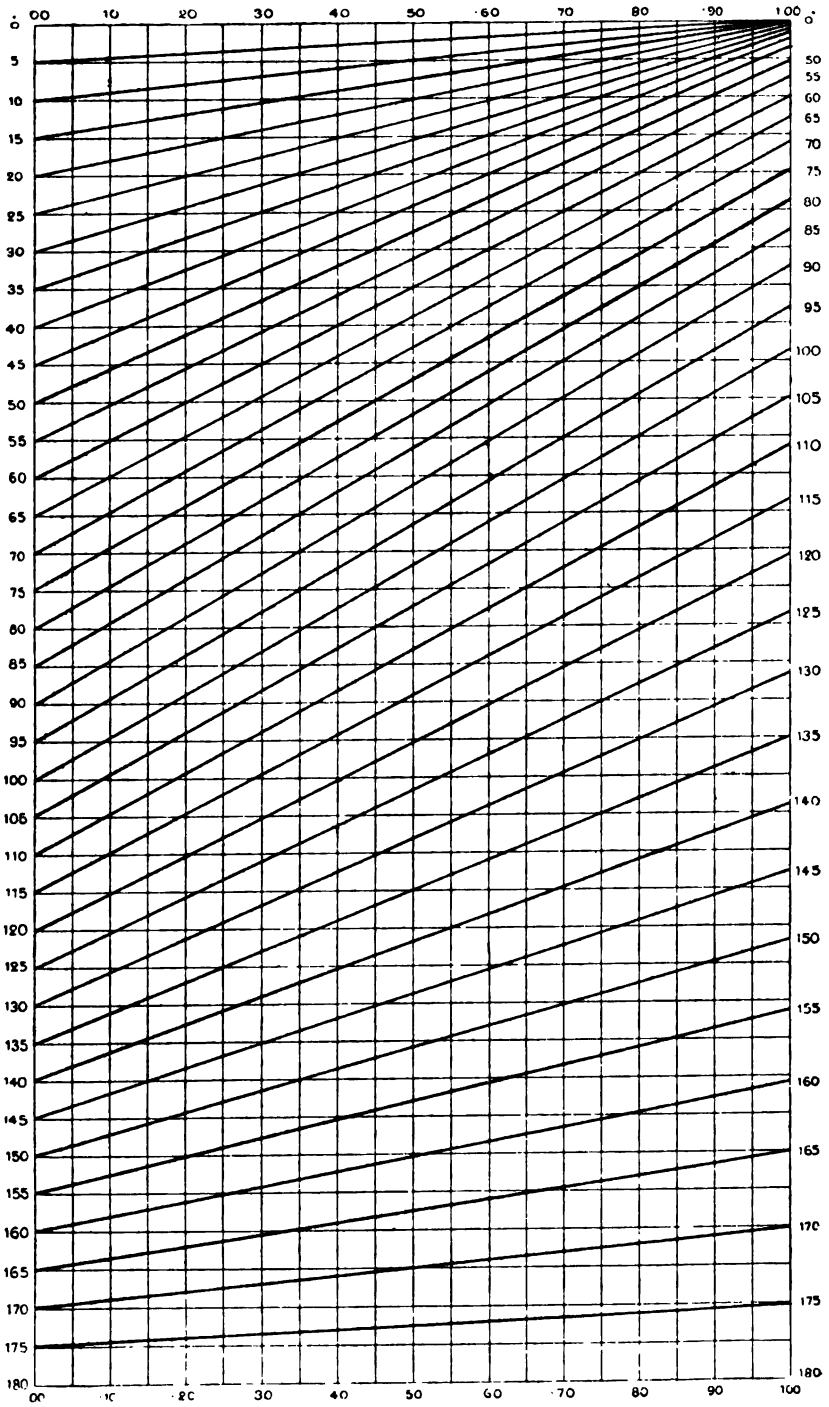
$$M = E \quad \text{pour } e = 0,$$
$$M = E - \sin E, \quad \text{pour } e = 1.$$

Les droites qui répondent à $E = 1^\circ, 2^\circ, 3^\circ, \ldots$ passent par les divisions $1, 2, 3, \ldots$ de l'axe des ordonnées, où sont marquées les

[1] Si l'on préfère exprimer l'excentricité en parties du rayon, il faut supposer $\sin E$ exprimé en degrés, c'est-à-dire multiplié par $57^\circ,296$.

Digitized by Google

Excentricités.



Digitized by Google

anomalies moyennes (à gauche dans la figure), et par les points $1^\circ - \sin 1^\circ$, $2^\circ - \sin 2^\circ$, ... de la parallèle $e = 1$, qui sont marqués à droite. On pourrait aussi les déterminer en marquant sur d'autres parallèles les valeurs de M pour des valeurs données de e.

Ces diagonales une fois tracées et numérotées, pour avoir E lorsqu'on connaîtra M, e, on n'aura qu'à chercher le point de rencontre de la verticale e avec l'horizontale M : la situation de ce point entre deux diagonales voisines E′, E″ fera connaître E. En traçant le diagramme sur du papier quadrillé de grand format, on poussera la précision aussi loin qu'on voudra; on pourra notamment agrandir l'échelle pour les parties du Tableau où les diagonales sont trop serrées. Le diagramme ci-contre, malgré la petitesse de l'échelle, permet déjà de lire le degré. Soit, par exemple, $M = 25^\circ$, $e = 0,85$; en arrêtant l'œil au point où se rencontrent l'abscisse 0,85 et l'ordonnée 25 (un peu au-dessous de la diagonale 70), on lit $E = 71^\circ$. La valeur exacte serait $E = 71^\circ 3', 98$.

Pour faciliter le tracé des diagonales, je donnerai ici les valeurs des différences E — sin E, qui servent à marquer les points d'intersection sur la dernière verticale ($e = 1$).

E.	E — sin E.	E.	E — sin E.	E.	E — sin E.	E.	E — sin E.
°	°	°	°	°	°	°	°
1...	0,000	22...	0,537	43...	3,924	64...	12,503
2...	0,000	23...	0,613	44...	4,199	65...	13,072
3...	0,001	24...	0,696	45...	4,486	66...	13,658
4...	0,003	25...	0,786	46...	4,785	67...	14,259
5...	0,006	26...	0,883	47...	5,097	68...	14,876
6...	0,011	27...	0,988	48...	5,421	69...	15,510
7...	0,017	28...	1,101	49...	5,758	70...	16,160
8...	0,026	29...	1,222	50...	6,109	71...	16,826
9...	0,037	30...	1,352	51...	6,473	72...	17,508
10...	0,051	31...	1,490	52...	6,850	73...	18,208
11...	0,067	32...	1,638	53...	7,242	74...	18,924
12...	0,088	33...	1,794	54...	7,647	75...	19,657
13...	0,111	34...	1,961	55...	8,066	76...	20,406
14...	0,139	35...	2,136	56...	8,500	77...	21,173
15...	0,171	36...	2,322	57...	8,948	73...	21,956
16...	0,207	37...	2,519	58...	9,410	79...	22,757
17...	0,248	38...	2,725	59...	9,888	80...	23,575
18...	0,295	39...	2,943	60...	10,380	81...	24,410
19...	0,346	40...	3,171	61...	10,888	82...	25,262
20...	0,404	41...	3,411	62...	11,411	83...	26,131
21...	0,467	42...	3,662	63...	11,949	84...	27,018

Digitized by Google

E.	E − sin E.	E.	E − sin E.	E.	E − sin E.	E.	E − sin E.
°	°	°	°	°	°	°	°
85...	27,922	109...	54,826	133...	91,097	157...	134,613
86...	28,844	110...	56,160	134...	92,785	158...	136,537
87...	29,783	111...	57,510	135...	94,486	159...	138,467
88...	30,739	112...	58,876	136...	96,199	160...	140,404
89...	31,713	113...	60,259	137...	97,924	161...	142,346
90...	32,704	114...	61,658	138...	99,662	162...	144,295
91...	33,713	115...	63,072	139...	101,411	163...	146,248
92...	34,739	116...	64,503	140...	103,171	164...	148,207
93...	35,783	117...	65,949	141...	104,943	165...	150,171
94...	36,844	118...	67,411	142...	106,725	166...	152,139
95...	37,922	119...	68,888	143...	108,519	167...	154,111
96...	39,018	120...	70,380	144...	110,322	168...	156,088
97...	40,131	121...	71,888	145...	112,136	169...	158,067
98...	41,262	122...	73,410	146...	113,961	170...	160,051
99...	42,410	123...	74,948	147...	115,794	171...	162,037
100...	43,575	124...	76,500	148...	117,638	172...	164,026
101...	44,757	125...	78,066	149...	119,490	173...	166,017
102...	45,956	126...	79,647	150...	121,352	174...	168,011
103...	47,173	127...	81,242	151...	123,222	175...	170,006
104...	48,406	128...	82,850	152...	125,101	176...	172,003
105...	49,657	129...	84,473	153...	126,988	177...	174,001
106...	50,924	130...	86,109	154...	128,883	178...	176,000
107...	52,208	131...	87,758	155...	130,786	179...	178,000
108...	53,508	132...	89,421	156...	132,696	180...	180,000

La connaissance d'une valeur déjà très approchée de l'inconnue E simplifie beaucoup la résolution rigoureuse de l'équation de Kepler, et dispense de recourir, pour le calcul numérique, aux formules d'approximation qui ont été successivement proposées, et qui sont décidément trop nombreuses pour être citées ici. Remarquons seulement que, E_0 étant une valeur approchée de E, si l'on pose

$$E_1 = M + e \sin E_0, \quad \Delta = E_1 - E_0, \quad C = 1 - e \cos E_0,$$

on aura toujours [1]

$$E = E_0 + \frac{\Delta}{C} - \frac{1}{2}\frac{e \sin E_0}{C^3}\Delta^2 + \left(\frac{1}{2}\frac{e^2 \sin^2 E_0}{C^5} - \frac{1}{6}\frac{e \cos E_0}{C^4}\right)\Delta^3 + \ldots$$

Le procédé de Gauss, dont il a été question plus haut, revient à faire simplement $E = E_0 + \frac{\Delta}{C}$.

---

[1] Le Verrier, *Annales de l'Observatoire de Paris, Mémoires*, t. I.

Digitized by Google

Parmi les autres méthodes d'une nature élémentaire, il est intéressant d'établir les rapprochements suivants.

La méthode d'Encke (*A. N.*, 714), dont la première idée revient à Cassini, consiste à poser

$$E - M = e \sin E = \sin x;$$

d'où, en désignant par s la différence $x - \sin x$,

$$E = M - s + x,$$

$$\operatorname{tang} x = \frac{e \sin(M - s)}{1 - e \cos(M - s)},$$

$$\operatorname{tang} E = \frac{\sin(M - s)}{\cos(M - s) - e},$$

$$\operatorname{tang}\left(x + \frac{M - s}{2}\right) = \frac{1 + e}{1 - e} \operatorname{tang}\left(\frac{M - s}{2}\right).$$

On se sert d'une de ces formules en faisant, pour commencer, $s = 0$; les approximations successives peuvent s'obtenir d'une foule de manières. En posant $e = \sin\varphi$, on voit d'ailleurs que $\varphi > x > 0$, et par suite $\varphi - e > s > 0$, d'où deux limites pour E.

On arrive à d'autres systèmes de formules en posant

$$\sin(E - M) = \sin(e \sin E) = \sin\varepsilon \sin E,$$

d'où

$$\operatorname{tang} E = \frac{\sin M}{\cos M - \sin\varepsilon},$$

$$\operatorname{tang}(E - \tfrac{1}{2} M) = \operatorname{tang}^2(45^\circ + \tfrac{1}{2}\varepsilon) \operatorname{tang} \tfrac{1}{2} M.$$

Ici encore nous avons deux limites pour E, car l'angle ε reste toujours compris entre e et φ ($\varepsilon = e$ pour $E = 90^\circ$; $\varepsilon = \varphi$ pour $E = 0$; d'où $\varphi > \varepsilon > e$). C'est sur ces formules que repose la méthode de M. Karlinski (*A. N.*, 1356). En prenant $\varepsilon = \varphi$, $\sin\varepsilon = e$, on aurait la formule d'approximation

$$\operatorname{tang} E_1 = \frac{\sin M}{\cos M - e},$$

qui s'obtient aussi en faisant, plus haut, $s = 0$, et qui forme le point de départ de la méthode d'Encke et de celle de Wolfers (*A. N.*, 1352). On pourrait également prendre $\varepsilon = e$. Mais il est clair qu'on aura, en général, une approximation bien meilleure en prenant

$$\frac{\sin(e \sin M)}{\sin M} > \sin\varepsilon > \frac{\sin[e \sin(M + e)]}{\sin(M + e)}.$$

Digitized by Google

Je n'insisterai pas davantage sur ces formules. Je veux seulement signaler une curieuse analogie qui se présente lorsqu'on cherche à exprimer directement l'anomalie vraie v par l'anomalie moyenne M, sans passer par l'anomalie excentrique E. M. Callandreau a fait voir que v peut s'obtenir d'une manière assez approchée par la formule

$$\operatorname{tang}\frac{5v - M}{8} = C \operatorname{tang}\tfrac{1}{2}M,$$

en faisant $C = \frac{1 + \frac{5}{4}e}{1 - \frac{5}{4}e}$. L'approximation devient encore meilleure en prenant

$$C = \operatorname{tang}^2(45^\circ + \tfrac{5}{8}\varphi),$$

et la formule ressemble alors à celle qui nous a donné $\operatorname{tang}(E - \frac{1}{2}M)$. Tant que e ne dépasse pas 0, 3, la valeur exacte du rapport C varie très peu avec les angles M, E. Voici, par exemple, quelques nombres calculés pour $e = \frac{1}{3} = 19^\circ 5' 55''$ ($\varphi = 19^\circ 28' 17''$).

E.	v.	M.	log C.	0,37810 +
° ′	° ′	° ′		
0	0. 0,00	0. 0,00	0,38051	241
30	41.30,40	20.27,04	0,37972	162
45	60.43,34	31.29,72	0,37900	090
60	78.27,77	43.27,61	0,37838	028
75	94.40,68	56.33,14	0,37811	001
90	109.28,27	70.54,08	0,37836	026
108.10	125.45,59	90. 1,21	0,37936	126
120	135.35,08	103.27,61	0,38031	221
150	158.32,57	140.27,04	0,38293	483
165	169.21,78	160. 3,41	0,38386	576
180	180. 0,00	180. 0,00	0,38414	604

$$\left[\log\frac{1 + \frac{5}{4}e}{1 - \frac{5}{4}e} = 0{,}38535, \quad \log\operatorname{tang}^2(45^\circ + \tfrac{5}{8}\varphi) = 0{,}38060.\right]$$

Les valeurs particulières de C qui répondent à $E = 0^\circ, 90^\circ, 180^\circ$ sont données par les formules suivantes :

$$E = 0, \quad C = \frac{1}{4}\left(\frac{5}{1-e}\sqrt{\frac{1+e}{1-e}} - 1\right) = 1 + \frac{5}{2}e + \frac{25}{8}e^2 + \frac{15}{4}e^3 + \frac{270}{64}e^4 + \ldots,$$

$$E = 180^\circ, \quad C = \frac{4}{\frac{5}{1+e}\sqrt{\frac{1-e}{1+e}} - 1} = 1 + \frac{5}{2}e + \frac{25}{8}e^2 + \frac{15}{4}e^3 + \frac{305}{64}e^4 + \ldots,$$

$$E = 90^\circ, \quad C = \operatorname{tang}(45^\circ + \tfrac{1}{2}e)\operatorname{tang}\left(45^\circ + \frac{e + 5\varphi}{8}\right)$$

$$= 1 + \frac{5}{2}e - \frac{25}{8}e^2 + \frac{85}{24}e^3 + \frac{1525}{384}e^4 + \ldots.$$

Digitized by Google

Notons enfin qu'en posant $\Gamma = \frac{5v + 3M}{8}$, d'où $v = \Gamma + \frac{3}{5}(\Gamma - M)$, on a approximativement $\Gamma = M + \frac{5}{4} e \sin\Gamma$, relation qui permet d'utiliser le diagramme de l'équation $E = M + e \sin E$ pour trouver Γ et v.

OBSERVATIONS DU SATELLITE DE SIRIUS,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS (ÉQUATORIAL DE $0^m,38$, TOUR DE L'EST);

PAR MM. HENRY.

Dates.	Dist.	Angle de pos.	
1884,12.....	8",65	35°,9	Bonnes images.
1884,12.....	8,67	35,2	Très bonnes images.
1884,15.....	8,91	34,6	Bonnes images.
1884,20.....	8,44	34,4	Id.
1884,21.....	8,53	36,7	Assez bonnes images.
1884,21.....	8,84	36,8	Bonnes images.
1884,21.....	9,14	35,8	Images médiocres.
1884,22.....	8,37	37,8	Id.
1884,23.....	9,10	36,0	Id.
1884,23.....	8,90	37,7	Très bonnes images.
1884,27.....	8,70	36,2	Bonnes images.
1884,28.....	8,91	36,8	Très bonnes images.
1884,204.....	8,77	36,16	

Le grossissement employé est de 250 fois.

OBSERVATIONS D'ÉCLIPSES DES SATELLITES DE JUPITER,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS;

PAR M. G. BIGOURDAN.

Ces observations ont été faites à l'équatorial de la tour de l'Ouest avec la lunette de cet équatorial et avec son chercheur. La lunette a $0^m,305$ d'ouverture utile et était munie, pour ces observations, d'un oculaire grossissant 154 fois (sauf le 22 octobre 1883 où j'ai employé le grossissement 85). Le chercheur a $0^m,058$ d'ouverture utile et grossit 31 fois.

L. désigne les observations faites à la lunette;
Ch. désigne les observations faites au chercheur.

Digitized by Google

Mois et jours.		Sat. et phén.	Instrum.	T. m. de Paris.	Remarques.
					Année 1883.
				h m s	
Oct.	22.	IV Écl. réapp.	L.	13.29.13,2	Images assez ondulantes.
	22.	IV id.	Ch.	13.33.30,5	☾ voisine de Jupiter.
					Année 1884.
Janv.	27.	II Écl. réapp.	L.	11.19.23,7	
Fév.	1.	I id.	L.	8.25.57,6	Ciel brumeux; obs. incert.
	15.	I id.	L.	12.14. 6,0	Bonnes conditions.
	15.	I id.	Ch.	12.14.52,9	
	17.	I id.	L.	6.43. 0,3	id.
	17.	I id.	Ch.	6.44.50,0	Observation douteuse.
	24.	I id.	L.	8.37.53,8	Premier soupçon.
	24.	I id.	L.	8.38. 0,8	Je vois le satellite.
	28.	II id.	L.	11. 0.32,3	Ciel brumeux et changeant d'une seconde à l'autre.
	28.	II id.	Ch.	11. 1.49,1	
Mars	2.	III id.	L.	8. 0.32,1	Bonnes conditions.
	2.	III id.	Ch.	8. 2. 4,8	
	2.	I id.	L.	10.33. 5,0	Images un peu diffuses.
	2.	I id.	Ch.	10.33.49,9	
	16.	III id.	L.	12.36.37,6	Images un peu ondulantes.
	18.	I id.	L.	8.52.12,2	Bonnes conditions.
	18.	I id.	Ch.	8.52.59,0	
Avr.	1.	I id.	L.	12.43.17,3	Images un peu diffuses.
	1.	I id.	Ch.	12.44.45,1	Observation incertaine.
	21.	III id.	L.	12.34.15,8	Ciel très brumeux.
	25.	II id.	L.	7.43. 1,3	Images assez bonnes.
	25.	II id.	Ch.	7.44. 4,2	Crépuscule encore fort.
Mai	10.	IV Écl. disp.	Ch.	10.12.55,1	Jupiter un peu bas, mais images bonnes.
	10.	IV id.	L.	10.16.44,5	
	10.	I Écl. réapp.	L.	11.18.40,3	Images assez bonnes.
	10.	I id.	Ch.	11.19.41,1	Satellite déjà un peu gros.
	26.	I id.	L.	9.39.27,2	Premier soupçon } Im. très diffuses.
	26.	I id.	L.	9.39.37,2	Je vois le satellite }
	26.	I id.	Ch.	9.40. 2,1	Satellite déjà un peu gros.
	27.	IV id.	Ch.	8.54.35,1	
Juin	3.	III Écl. disp.	L.	8.35.21,4	Images très ondulantes; crépuscule très fort.

Le 23 avril 1884, j'ai observé avec la lunette et le grossissement de 154 fois la sortie du 4e satellite de derrière le disque de Jupiter; j'ai trouvé

	h m s	
1er contact	8.19.50	t. m. de Paris.
2e contact	8.26. 9	id.

Digitized by Google

OBSERVATIONS DE LA COMÈTE BARNARD,

FAITES A L'OBSERVATOIRE D'ALGER;

PAR M. CH. TRÉPIED.

JUILLET 1884.

Dates.	Étoile de comp.	Grandeur.	Æ ☄ — ★	(D) ☄ — ★
			m s	° ′ ″
23.....	5457 B. A. C.	6,5	—13.28,50	+3.22,4
25.....	id.	»	— 9. 1,93	+2.17,6
26.....	id.	»	— 6.42,43	+1.57,3

Position de l'étoile de comparaison.

JUILLET 1884.

Dates.	Æ moy. 1884,0.	Réd. au j.	(D) moy. 1884,0.	Réd. au j.	Autorité.
	h m s	s	° ′ ″	″	
23...	16.16.47,16	+3,90	—37.17.36,2	—4,6	5457 B. A. C.
25...	»	+3,87	»	—4,6	id.
26...	»	+3,86	»	—4,7	id.

Positions apparentes de la comète.

JUILLET 1884.

Dates.	T. m. d'Alger.	Æ app.	Log. f. p.	(D) app.	Log. f. p.	N. de comp.
	h m s	h m s		° ′ ″		
23...	9.28.13	16. 3.22,56	9,405	—37.14.18,4	0,908	10:10
25...	9.13.35	16. 7.49.10	9,306	—37.15.23,2	0,916	5:5
26...	8.50.10	16.10. 8,59	9,184	—37.15.43,6	0,922	5:5

23 juillet : L'éclat du noyau est comparable à celui d'une étoile de 11,5 grandeur.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

RESAL (H.). — TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE DE MÉCANIQUE CÉLESTE, 2e édition. In-4°, IX-459 pages; 1884, Paris, Gauthier-Villars.

La première édition de cet Ouvrage, qui avait paru en 1865 sous la forme d'un mince volume in-8°, était épuisée; elle avait sous cette forme modeste, mais commode, rendu de grands services, et il faut savoir gré à M. Resal de n'avoir pas tardé plus longtemps à la remplacer. Enrichi

Digitized by Google

d'additions importantes et de développements nouveaux, l'Ouvrage est devenu un bel in-4°, imprimé avec luxe, et qui répond toujours parfaitement au but que s'est proposé l'auteur. Ce but, tel qu'il le définit lui-même, c'est d'exposer les principes fondamentaux de la Mécanique céleste avec le secours de démonstrations assez simples pour être introduites dans l'enseignement supérieur. Sur plus d'un point d'ailleurs, M. Resal est parvenu à simplifier la mise en équation des problèmes, ou les démonstrations.

Parmi les modifications qui se remarquent dans cette nouvelle édition, les plus importantes sont les suivantes. « Pour déblayer le terrain », M. Resal a groupé, dans une Introduction placée en tête de l'Ouvrage, les principales questions de Mécanique analytique et d'Analyse qui doivent ultérieurement se présenter. Ce sont d'abord les équations générales du mouvement d'un système de points matériels, dues à Lagrange, Hamilton et Jacobi, suivies de celles auxquelles conduit la variation des constantes; puis viennent des aperçus sommaires sur l'emploi des coordonnées elliptiques, sur le mouvement relatif d'un système matériel libre par rapport à l'un de ses points, sur l'introduction des coordonnées polaires, enfin quelques pages consacrées à la formule de Lagrange pour le développement d'une fonction implicite, au développement en série trigonométrique de la fonction $(a'^2 - 2aa'\cos\theta + a^2)^{-n}$, à l'intégration de certaines équations différentielles, etc.

Le Chapitre I, qui traite du mouvement dans une orbite elliptique ou parabolique, s'est enrichi d'un paragraphe consacré au problème du mouvement d'un point matériel attiré par deux centres fixes; M. Resal a reproduit la solution si élégante de Liouville.

Dans l'exposé de la théorie des perturbations, qui remplit le Chapitre II, M. Resal a pris, cette fois, pour point de départ les théorèmes de Jacobi et d'Hamilton, qui lui ont permis d'abréger notablement les calculs, car la méthode nouvelle est plus simple et plus directe que celle de Lagrange. Il a pensé, avec raison, que, pour bien faire comprendre le sens du problème des perturbations, il pouvait être utile de faire précéder cette théorie de considérations géométriques dont la première idée est due à Newton, et qui ont été plus tard développées par Lagrange. M. Resal a réussi à simplifier le raisonnement de Lagrange en faisant usage des propriétés de l'accélération, et il a pu déduire des résultats obtenus les formules de Poisson pour le mouvement d'une planète dans un milieu résistant.

Les Chapitres suivants, qui ont pour objet les théories de l'attraction des sphéroïdes, de la figure des corps célestes et de leurs atmosphères, du mouvement de ces corps autour de leur centre de gravité, des marées, de l'influence du refroidissement de la Terre sur la durée du jour moyen,

Digitized by Google

ont reçu des simplifications et des développements plus ou moins importants. Une partie du Chapitre relatif à la chaleur terrestre a été supprimée dans cette nouvelle édition, M. Resal ayant pensé que la publication récente de sa *Physique mathématique* pouvait le dispenser de reproduire encore les développements sur le mouvement de la chaleur dans une sphère et sur la chaleur centrale du globe que l'on trouve dans la première édition du *Traité élémentaire*. On a renvoyé aussi à la *Physique* les considérations sur l'équilibre d'élasticité d'une croûte planétaire.

En revanche, cette édition a été augmentée de quelques Chapitres supplémentaires, parmi lesquels nous signalerons la théorie des inégalités des planètes dues à l'ellipticité du Soleil, avec son application à Mercure, et une Introduction à la théorie de la Lune, où M. Resal s'est attaché à suivre la voie tracée par Laplace. Malgré ces remaniements partiels, le fond de l'Ouvrage est resté le même : c'est toujours un abrégé de Mécanique céleste, où toutes les questions sont présentées sous une forme aussi simple que possible. C'est surtout à ce titre qu'il continuera de rendre de grands services.

OBRECHT (A.). — ÉTUDE SUR LES ÉCLIPSES DES SATELLITES DE JUPITER. Grand in-4°; 1884. Paris, Gauthier-Villars (Thèse).

Dans une thèse de doctorat présentée le 17 juillet dernier à la Faculté des Sciences, M. Obrecht, aide-astronome à l'Observatoire de Paris, expose une nouvelle méthode d'observation et de calcul des éclipses de satellites de Jupiter. Le point de départ de ce travail est l'idée ingénieuse de M. Cornu [1] qui consiste à substituer à l'observation ordinaire un ensemble de mesures photométriques effectuées pendant la durée de l'éclipse.

On sait que la grande incertitude des observations ordinaires vient de ce que la durée de variation d'éclat du satellite est relativement considérable; mais ce qui est surtout important à considérer, c'est la loi de variation d'éclat avec le temps, ou mieux la *vitesse de variation d'éclat;* la précision à atteindre est en raison directe de cette vitesse; or, dans le voisinage de l'extinction ou de la réapparition du satellite, il arrive que cette vitesse tend vers zéro. On peut s'en rendre compte très facilement en étudiant le phénomène de l'éclipse sous sa forme la plus simple : supposons un observateur placé sur la ligne des centres du Soleil et de Jupiter, faisons abstraction de la pénombre et de la courbure de la surface d'ombre au point où le satellite vient s'éclipser; le satellite pourra

---

(1) *Voir* les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XCVI, p. 1815.

Digitized by Google

être considéré comme un disque plan uniformément éclairé et la surface d'ombre comme un écran à bord rectiligne, derrière lequel le satellite disparaîtra progressivement. Soit, à l'époque t, 2ω l'angle sous lequel la portion de l'écran interceptée par le disque du satellite est vue du centre de ce disque, R le rayon du satellite; la portion non couverte du satellite a pour surface

$$\frac{R^2}{2}(2\pi - 2\omega + \sin 2\omega),$$

la surface primitive étant πR^2, le rapport de l'éclat du satellite, à l'époque t à son éclat primitif, sera

$$y = \frac{2\pi - 2\omega + \sin\omega}{2\pi}.$$

La vitesse de translation du satellite peut être regardée comme constante pendant l'éclipse; si l'origine du temps est l'instant du passage du centre du satellite au bord de l'écran, et si T est le temps que met à traverser l'écran le rayon qui lui est perpendiculaire, on a

$$\cos\omega = \frac{t}{T}.$$

Par suite les équations

$$y = \frac{2\pi - 2\omega + \sin 2\omega}{2\pi},$$

$$\cos\omega = \frac{t}{T},$$

représentant la loi de variation d'éclat y avec le temps t. La vitesse de cette variation se trouve immédiatement

$$\frac{dy}{dt} = \frac{2\sin\omega}{\pi T}.$$

On voit que, pour $t = T$,

$$y = 0, \frac{dy}{dt} = 0;$$

pour $t = 0$,

$$y = \tfrac{1}{2}, \frac{dy}{dt} = \frac{2}{\pi T}.$$

C'est l'époque $t = 0$ qui correspond au maximum de vitesse de variation, c'est celle qui se déterminera, par conséquent, avec la plus grande précision.

On doit remarquer d'ailleurs que, dans le voisinage du demi-éclat, la vitesse de variation peut être regardée comme constante, ce qui permet d'obtenir cette époque par une simple interpolation.

Digitized by Google

Dans la première partie de son travail, M. Obrecht étudie le phénomène de l'éclipse dans toute sa généralité; les propriétés de la courbe représentant la loi de variation d'éclat restent alors sensiblement les mêmes.

Il considère alors un cône tangent à Jupiter dont le sommet est au centre du Soleil, et donne les formules qui permettent de déduire de l'époque d'un pointé photométrique quelconque l'instant du passage du centre du satellite sur ce cône. Les formules ont d'ailleurs été réduites en Tables.

La considération de ce cône amène une grande simplification dans le calcul de l'éclipse. Elle permet de substituer un cône du second degré à la surface bitangente considérée par Laplace, et une équation du second degré donne immédiatement, en projection sur l'équateur de Jupiter, l'angle qui sépare les rayons vecteurs du satellite au moment de l'éclipse et au moment de l'opposition.

La formule qui donne cet angle se trouve dans la seconde partie du travail; elle a la forme suivante :

$$\sin^2\alpha = \frac{1}{r^2} + A + B \tang\delta' - \mu^2 \tang^2\delta';$$

α est l'angle cherché, r le rayon vecteur du satellite, A et B des quantités qui dépendent uniquement de la position du Soleil, δ' la déclinaison du satellite au-dessus de l'équateur de Jupiter, μ l'aplatissement de la planète.

La déclinaison du satellite peut d'ailleurs s'exprimer par la formule

$$\tang\delta' = PX + QY,$$

dans laquelle P et Q dépendent du Soleil et X et Y de la position du plan de l'orbite du satellite.

Les quantités X et Y ont été calculées jusqu'en 1890, et tous les termes dépendant du Soleil se trouvent dans des Tables, dont l'argument est l'ascension droite jovicentrique du Soleil.

L'angle α étant connu, on cherche le temps que met le satellite pour le parcourir et on l'ajoute algébriquement à l'époque de la conjonction vraie pour avoir le moment de l'éclipse.

M. Obrecht donne enfin une équation à neuf inconnues permettant de déduire d'une longue suite d'observations d'éclipses les corrections à apporter aux éléments des satellites et à la vitesse de la lumière.

Digitized by Google

MONTHLY NOTICES.

N° 7, mai 1884.

Stone (*E.-J.*). — Comparaison des observations de la Lune faites à l'observatoire de Radcliffe avec les Tables de Hansen.

M. Stone montre que les positions de la Lune, calculées avec les modifications qu'il a proposées, s'accordent mieux avec les observations. Il sera de nouveau question un peu plus loin de la théorie de M. Stone, à l'occasion de la séance de la Société Royale Astronomique.

Pritchard (*C.*). — Sur les mouvements propres de 40 étoiles dans les Pléiades; mesures absolues et différentielles.

M. Pritchard doit bientôt terminer le Mémoire détaillé; il communique, en attendant, un extrait de son travail trè simportant au point de vue de l'astronomie stellaire (*Bulletin*, t. I, p. 349). Le même auteur est aussi en train de compléter une nouvelle *Uranometria* qui contiendra les évaluations des grandeurs de toutes les étoiles visibles à l'œil nu, du pôle à l'équateur. Le photomètre dont il s'est servi dans cette recherche est le *photomètre à prisme* ou *photomètre à extinction*, décrit dans le dernier Volume des *Mémoires de la Société Royale Astronomique*.

Hall (*Asaph*). — Observations faites à l'Observatoire naval sur les satellites de Saturne et de Mars et sur le compagnon de Sirius.

Observations des conjonctions des satellites de Saturne : Mimas, 5 observations (grâce à la grande ouverture de l'anneau, ce satellite peut en ce moment être suivi jusqu'à la conjonction); Encelade, 7 observations; Thétis, 8 observations; Dione, 6 observations; Rhéa, 2 observations. Quant aux satellites de Mars, le satellite intérieur, Phobos, a été observé deux fois avec difficulté, et il y a dix observations de Deimos, le satellite extérieur. Le compagnon de Sirius (8 observations) a toujours été très faible.

Hall (*Asaph*). — Le mouvement d'Hypérion.

Depuis l'époque de la découverte (1848) jusqu'en 1875, où ce satellite commença à être suivi régulièrement avec la grande lunette de l'Observatoire naval, on ne trouve qu'une seule série complète d'observations

Digitized by Google

faites par M. Lassell pendant l'opposition de 1852. Aussi le mouvement moyen d'Hypérion n'est pas encore bien connu. Toutefois il est intéressant de voir ce que fournissent les données qu'on possède, et M. Hall communique les résultats de ses calculs pour déterminer les éléments de l'orbite d'Hypérion. En se servant des formules de M. Marth, il trouve :

Date.	Nombre d'équations.	a.	e.	P.
		"		°
1852,9.....	30	217,05	0,1201	240,18
1875,7.....	32	216,25	0,1026	174,24
1876,7.....	11	216,52	0,1290	156,92
1879,8.....	27	211,17	0,0780	93,17
1880,9.....	48	212,41	0,0823	60,01
1881,9.....	42	213,05	0,0898	36,91
1882,9.....	15	215,46	0,0884	20,04
1883,9.....	30	212,90	0,0982	353,27

Cette Table montre une variation rapide dans la longitude P du périsaturne.

Il y a aussi quelque incertitude dans le moyen mouvement. En comparant les observations de M. Lassell avec les observations récentes, M. Hall trouve pour le temps de révolution :

Période sidérale..... $21^{j},276742$
Période synodique..... $21^{j},318901$

Comme Hypérion, à cause de sa moyenne distance et de l'excentricité de son orbite, peut approcher très près de Titan, et que le rapport des moyens mouvements de ces satellites est à fort peu près égal à $\frac{3}{4}$, il y a probablement une perturbation considérable dans le mouvement d'Hypérion, provenant de Titan et dépendant de la première puissance des excentricités des orbites (1). Bien que les coefficients des inégalités soient très incertains, par le fait du moyen mouvement d'Hypérion, il est intéressant d'avoir une idée de l'action de Titan, et M. Hall a effectué un calcul approché pour obtenir les perturbations du rayon vecteur et de la longitude; la valeur considérable du rapport des grands axes

$$\alpha = \frac{176,552}{213,98} = 0,82509$$

rendrait très pénible le calcul complet des coefficients $b_s^{(i)}$.

Les expressions communiquées par M. Hall montrent qu'en effet Titan peut avoir une influence considérable sur le mouvement d'Hypérion, et

(1) Voir *The Observatory*, t. III; *Note on Hyperion*, par M. Tisserand.

Digitized by Google

peut-être l'attraction mutuelle aurait pour effet de rendre la quantité $4n - 3n'$ rigoureusement nulle. On sait qu'une relation analogue a lieu pour les satellites de Jupiter. C'est un point qui mériterait une étude approfondie.

Hough (*G.-W.*) *et Burnham* (*S.-W.*). — Observations du compagnon de Sirius, faites à l'observatoire de Dearborn à Chicago.

Common (*A.*). — Sur un moyen propre à diminuer le frottement de l'axe polaire dans les grands équatoriaux.

On a cherché à diminuer les pressions exercées par les axes polaires des grands instruments sur leurs appuis, et, dans le nouvel instrument construit pour l'Observatoire de Poulkova, il y a un système de galets supportant l'axe polaire près du centre de gravité de tout le système. M. Common, d'un autre côté, a obtenu de bons résultats en faisant flotter une portion de l'instrument; il propose maintenant de généraliser une disposition reconnue avantageuse pour des télescopes de 18 pouces et de 3 pieds (voir le t. XLVI des *Mémoires de la Société Royale Astronomique*). M. Common trouve qu'on pourrait l'appliquer à un télescope d'une forme nouvelle qui rappelle beaucoup l'équatorial coudé de M. Lœwy. Voir dans le numéro de juin du *Bulletin* l'article de M. Lœwy sur un nouveau système de télescopes.

Perry. — Note sur les remarques de M. de Konkoly à propos du procédé de M. Hilger pour éclairer les micromètres.

Morrison (*J.*). — L'orbite de la comète Pons.

On sait que les éléments de l'orbite de la comète ont été calculés en dernier lieu par MM. Schulhof et Bossert; ils ont comparé à l'éphéméride obtenue toutes les observations, et le tableau des comparaisons, inséré dans le *Bulletin*, montre l'influence très sensible du mode d'observation. M. Morrison s'est proposé d'obtenir de nouveaux éléments; ils sont fondés principalement sur les observations de Washington, et l'on a comparé à l'éphéméride conclue une douzaine d'observations empruntées presque exclusivement à l'Observatoire naval; il n'y a pas de motif pour préférer les nouveaux éléments à ceux de MM. Schulhof et Bossert. M. Morrison s'est aussi occupé de l'influence perturbatrice de Vénus et de la Terre sur la comète dans le voisinage du périhélie, et il trouve des perturbations insignifiantes. Dans les autres portions de son orbite, la comète peut être influencée par les planètes supérieures.

Digitized by Google

Capitaines Barker, Parson et Thomson. — Observations au sextant de la comète Pons-Brooks.

Tebbutt (*J.*). — Éléments de l'orbite de la comète *a* 1884 :

	T. m. de Greenwich.
T.....	1883, déc., 25,30038
π.....	125°44′23″,9
☊.....	264.23.59,6
i.....	65. 0.54,8
log*q*.....	$\bar{1}$,491046

Rétrograde.

Maguire (*J.*). — Note sur l'éclipse de Thalès.

L'auteur rapproche ses résultats des indications publiées antérieurement par MM. Hind et Newcomb et trouve un désaccord sensible.

THE OBSERVATORY.

Tome VII; Juillet 1884.

Séance de la Société Royale Astronomique du 13 juin.

Après quelques remarques de M. Green sur la figure de Saturne et les nombres du *Nautical Almanac* qui s'y rapportent, l'un des secrétaires, M. Knobel, lit une Communication de M. Newcomb intitulée : *Notes sur l'explication donnée par M. Stone pour les erreurs des Tables lunaires de Hansen.* Puisque les écarts apparents ont leur origine, suivant M. Stone, dans un changement d'unité de temps, lorsqu'on a employé pour le *Nautical Almanac*, en 1864, les nouvelles Tables solaires de Le Verrier à la place des Tables de Carlini, il faudrait, pour être logique, chercher : 1° quelles seraient les erreurs des Tables lunaires si les Tables solaires de Carlini avaient été employées jusqu'à maintenant; 2° montrer quelles sont les erreurs avec les Tables de Le Verrier, et enfin 3° déterminer les erreurs théoriques provenant de la cause signalée par M. Stone. Comme on le voit, M. Newcomb laisse de côté les formules de M. Stone et envisage la question *a posteriori.*

M. Stone répond aux critiques précédentes en maintenant sa formule pour le changement de l'unité de temps; elle demeure pour lui la chose essentielle à considérer, et il ne croit pas utile de traiter le premier point formulé par M. Newcomb.

M. Stone a adressé, d'autre part, au *Bulletin* quelques remarques à propos des réserves qui accompagnaient l'analyse de ses communications

Digitized by Google

à la Société Royale Astronomique, et il convient d'ajouter quelques brèves explications à ce qui a été dit déjà. M. Stone admet comme base de sa théorie que le rapport $\frac{n}{\omega}$ du mouvement moyen du Soleil en longitude au mouvement du point équinoxial par rapport au méridien ne doit pas changer quand on passe des Tables de Bessel aux Tables de Le Verrier, et sa formule pour le changement de l'unité de temps T,

$$\frac{\delta T}{T} = \frac{\delta n}{n},$$

suppose la condition mentionnée. Or, comme on l'a donné à entendre (*Bulletin*, t. I, p. 92), le rapport $\frac{n}{\omega}$ est une donnée de l'observation, car, les observations du Soleil étant réduites et rapportées au temps moyen *par l'intermédiaire de l'équation du temps*, la résolution des équations de condition fournira en particulier le moyen mouvement sidéral du Soleil dans un jour moyen, c'est-à-dire, en arc, le rapport $\frac{n}{\omega - n}$; il ne paraît donc pas permis de supposer constant le rapport $\frac{n}{\omega}$, et si l'on introduit cette condition dans les formules, il faut s'attendre à ce que les observations ne seront pas représentées également dans la suite du temps. Quant à la petite variation du jour solaire moyen pouvant provenir d'une nouvelle discussion des observations du Soleil, elle est très faible, comme plusieurs auteurs, MM. Gaillot, Adams, Cayley l'ont indiqué. Rapportons les deux durées T et T' à un intervalle de temps intermédiaire et supposons que n et ω soient les arcs décrits dans cet intervalle de temps, on aura, dans la première théorie

$$T(\omega - n) = 2\pi,$$

et de même, si l'on considère la seconde théorie,

$$T'(\omega - n') = 2\pi$$

(*parce que* $\omega' = \omega$, *la Terre tournant uniformément sur son axe*).

De là

$$\frac{T'}{T} = \frac{\omega - n}{\omega - n'}, \quad \frac{T' - T}{T'} = \frac{n' - n}{\omega - n}.$$

Après diverses questions adressées à M. Stone au sujet de sa théorie, le colonel Tupman lit une Note de M. Copeland relative à quelques perfectionnements à introduire dans les cercles méridiens. M. Copeland propose d'avoir deux objectifs d'une même distance focale aux deux bouts du tube. Des repères seraient gravés sur les surfaces extérieures. La symétrie de l'instrument serait parfaite. Une autre idée, qui peut avoir du bon,

Digitized by Google

serait de séparer l'oculaire de l'instrument; M. Copeland examinerait les repères tracés avec un oculaire mobile et tournant indépendamment autour de l'instrument. On soulagerait l'instrument en en faisant flotter une portion dans le mercure suivant le procédé imaginé par M. Common.

M. Gill pense qu'il serait peut-être difficile de réaliser la première idée de M. Copeland, et il rappelle la méthode de Struve, consistant à échanger l'objectif et l'oculaire; il est d'avis qu'un instrument construit sur ce plan et susceptible de se retourner permet d'éliminer toutes les erreurs systématiques dépendant de la flexion.

M. Gill annonce ensuite qu'il a obtenu des Lords de l'Amirauté la promesse d'obtenir l'héliomètre de grande dimension avec lequel il doit poursuivre ses déterminations de parallaxes d'étoiles.

La fin de la séance est occupée par les taches du Soleil. M. Ranyard attribue certaines apparences de taches sur les photographies instantanées du Soleil à des courants d'air chaud, tandis que M. Janssen explique ces taches par des nuages solaires. M. Newall et M. Howlett entretiennent la Société de leurs observations. Ce dernier a dessiné les apparences du Soleil en projetant son image sur un écran, comme le P. Perry, mais il n'a pas eu l'occasion de noter les *taches voilées* dont le P. Perry a parlé à la dernière séance.

L'Éditeur. — Le micromètre.

M. Gill a donné dans l'*Encyclopædia Britannica* un article remarquable sur les micromètres. En attendant que le *Bulletin* consacre à ce travail une analyse étendue, voici les points principaux signalés par l'*Observatory*. Dans la première partie de l'article, il est parlé de l'historique du micromètre et des micromètres filaires actuellement usités; ils sont groupés sous cinq types différents d'après le système de construction : le type anglais dû à Troughton et perfectionné par Simms et Cooke, où il y a deux fils mobiles indépendants, puis le type allemand dans lequel un des deux fils est conduit par une vis grossière sans tête divisée; dans le troisième genre sont rangés les micromètres n'ayant qu'une vis; dans le genre suivant, la plaque portant les fils peut être déplacée légèrement, disposition avantageuse due à Repsold; enfin la dernière classe comprend les micromètres à deux oculaires, comme celui de M. Pritchard, destiné à mesurer des distances plus considérables que les autres, une vingtaine de minutes d'arc par exemple.

Mais la majeure partie de l'article a pour objet l'héliomètre, et personne ne pouvait traiter ce sujet avec plus de compétence que M. Gill. Ajoutons que les descriptions des instruments sont accompagnées de dessins nombreux.

Digitized by Google

Correspondance et Notes.

Kirk (*B.*). — Ombres portées par les facules.

A propos d'une observation curieuse de M. Trouvelot, qu'il pense avoir faite de son côté, l'auteur indique comment on peut expliquer les phénomènes d'une manière plausible.

Lynn (*W.-T.*). — L'éclipse de Périclès.

Stanley Williams (*A.*). — Nature et profondeur des taches sombres sur Vénus.

L'auteur a suivi la planète dans le mois d'avril et de mai. Il a noté parfois que le *terminateur* (1) était creusé quand une tache sombre l'entamait. Un autre détail a attiré surtout l'attention de M. Stanley Williams; il s'agit d'une bande noire, étroite, assez prolongée, concentrique à la planète et figurant près de la corne sud l'embouchure d'une rivière. Cet arc sombre pourrait s'expliquer, suivant l'auteur, par la présence d'une vallée étroite et profonde.

Denning (*W.-F.*). — Jupiter.

Deux observations de la tache rouge. Période de rotation conclue pour la tache en 1883-1884, $9^h 55^m 39^s,1$.

Rapport annuel du Directeur de l'observatoire de Greenwich.

Le Rapport signale, parmi les changements survenus dans le matériel, la mise en ordre et l'établissement définitif du télescope de Lassell et l'emploi d'un nouvel appareil photographique de Dallmeyer permettant de doubler la grandeur des images du Soleil (8 pouces au lieu de 4). Le nombre des observations effectuées durant l'année a été considérable, (5213 en ascension droite et 4696 en distance polaire), et on va bientôt s'occuper de former un second *Nine Years Catalogue*. Le Rapport entre ensuite dans des explications intéressantes sur des points particuliers. Avec les collimateurs, et pour estimer les passages, on fera usage désormais d'un prisme à réversion; les observations du nadir rapprochées des observations par réflexion, au sud et au nord du zénith, témoignent toujours de discordances sensibles ($0'',3$ à $0'',5$) qu'on n'a pu expliquer encore; on a fait en 1883 quelques déterminations de la flexion avec les collimateurs; les résultats trouvés ($-0'',39$, $-0'',75$ et $-0'',20$) indiquent quelque modification dans l'instrument depuis 1882, car on trouvait environ $+0'',1$ de 1879 à 1882; la discordance systématique entre les observations directes et réfléchies, dans le cas des grandes distances zéni-

(1) Le mot de *terminateur* paraît commode pour désigner la courbe de séparation de l'ombre et de la lumière.

Digitized by Google

thales, est très marquée, comme il a été indiqué dans les Rapports précédents; elle est bien représentée par la formule $-0^{s},02 + 0^{s},69 \sin Z.D$; on a trouvé de faibles corrections pour la latitude admise, ainsi que pour l'obliquité de l'écliptique; mais il y a une certaine discordance ($-0^{s},32$) entre les valeurs de la dernière constante, déduites des solstices d'été et d'hiver. A l'égard des erreurs accidentelles d'observation, on notera ce fait que pour la Lune les observations méridiennes donnent une erreur de $0^{s},03$ seulement en ascension droite.

Dans le paragraphe des équatoriaux, on s'étend sur les recherches spectroscopiques qui ont été très variées : on a étudié le Soleil et les planètes, ainsi que les déplacements des spectres des étoiles; on a constaté, en particulier, que Sirius s'approche maintenant de nous au lieu de s'en éloigner comme il y a que'ques années, et l'on soupçonne qu'il en sera de même pour Procyon; on a étudié aussi le spectre de la comète de Pons-Brooks. Le Rapport contient encore d'autres passages intéressants relatifs à la Météorologie et aux instruments magnétiques.

Rapport annuel du Directeur de l'observatoire de l'Université à Oxford.

L'observatoire de l'Université s'est signalé par ses travaux; M. Pritchard et ses deux assistants, MM. Plummer et Jenkins, ont publié récemment des recherches importantes sur les mesures photométriques des étoiles, sur les mouvements propres d'un certain nombre d'étoiles des Pléiades et sur le mouvement propre du système solaire. M. Pritchard va prendre maintenant la Lune pour objet de ces études, et il se propose d'en faire une description micrométrique. En même temps, on complétera l'*Uranometria nova Oxoniensis*, embrassant toutes les étoiles visibles à l'œil nu, du pôle nord à l'équateur.

Hirn. — La température du Soleil.

Analyse d'une Communication insérée dans les *Comptes rendus*, t. XCVIII, n° 22.

M. Hirn applique aux gerbes gazeuses qui parfois s'élèvent à de grandes hauteurs la théorie de la détente des fluides élastiques et arrive à la formule

$$V = \sqrt{2g\varepsilon c_p T};$$

V vitesse de projection du gaz (hydrogène), ε équivalent mécanique de la chaleur, c_p capacité calorifique à pression constante et T température absolue initiale du gaz (dans les couches inférieures de la photosphère). En partant de données empruntées à MM. Young et Lockyer, M. Hirn trouve pour T environ 2000000°.

Le nouvel observatoire de Hong-kong.

Il résulte des relevés du Directeur, M. Doberck, que le climat de

Digitized by Google

cette station est particulièrement favorable aux observations pendant l'automne; comme à cette époque, en Angleterre, le ciel n'est pas généralement aussi beau qu'au printemps, on voit l'intérêt que pourra présenter la nouvelle station astronomique.

La nouvelle pendule électrique de M. Shepherd.

La pendule donne le temps moyen à Greenwich. Pour éviter les arrêts accidentels, on a doublé pour ainsi dire le mécanisme, et, comme le courant électrique nécessaire est très faible, la pendule peut être abandonnée à elle-même pendant longtemps. On trouvera dans l'*Observatory* une description plus détaillée.

L'observatoire d'Herény, Ungarn.

M. E. de Gothard, Directeur de l'observatoire, vient de publier un volume in-4° contenant une description détaillée des instruments et les observations faites en 1881 et 1882 (1). Voici le contenu du volume. Description de l'observatoire, bâtiments et instruments. Il y a deux constructions et plusieurs cabinets pour les recherches spéciales. L'instrument principal est un télescope newtonien de Browning de $10^{p}\frac{1}{4}$; il est pourvu d'un grand nombre d'accessoires, oculaires de différents genres, polariscopes, hélioscopes, appareils photographiques, etc. L'instrument qui donne le temps est une lunette portative de 27^{mm} d'ouverture avec un beau cercle de Reichenbach; l'observatoire possède deux pendules à compensation de mercure. Il y a plusieurs spectroscopes en usage, l'un construit par Reinfelder et Hertel à Munich, et donnant une dispersion de 13°, un autre pour les obervations de comètes et d'étoiles, un autre, dont l'idée est due à M. de Konkoly, qui porte le nom de spectrocolorimètre, deux oculaires spectroscopiques de Vogel et Zöllner, utiles aux recherches sur les comètes et les nébuleuses, et un photomètre spectral de Glan. Il faudrait ajouter à cette nomenclature les instruments météorologiques et des appareils de physique assez nombreux. Ajoutons aussi que l'eau et le gaz, la lumière électrique et les communications téléphoniques complètent l'installation. Quant au personnel, on voit qu'il est uniquement composé de M. E. de Gothard, de ses deux frères, Alexandre et Stefan, et d'un mécanicien prêtant son concours aux observations. M. E. de Gothard s'occupe des observations spectroscopiques et de la détermination du temps; il est aussi mécanicien à l'occasion. Son frère Alexandre partage son attention entre l'étude des figures des planètes et les applications de l'électricité, enfin le plus jeune frère s'occupe de la

(1) *Publikationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Herény in Ungarn*, herausgegeben von Eugen von Gothard; Herény, 1884.

Digitized by Google

Météorologie et des étoiles filantes. La seconde partie du Volume comprend les observations spectroscopiques sur les étoiles (147 spectres d'étoiles), la description des planètes Jupiter et Mars en 1881 et 1882 accompagnée de nombreux dessins, enfin des observations diverses (éclipse du 16 mai 1882; passage de Vénus du 6 décembre 1882; étoiles filantes en 1882).

Young (*C.-A.*) et *Pickering* (*E.-C.*). — Les recherches de Henry Draper sur la photographie des spectres des planètes et des étoiles (1).

Les deux auteurs commencent leur intéressante Notice en retraçant les essais de Draper; il s'est servi, en fin de compte, d'un spectroscope de Browning, construit d'après les idées de M. Huggins, monté soit sur son télescope de Cassegrain de 28 pouces, soit sur un équatorial de 11 pouces, d'Alvan Clark, spécialement disposé pour la photographie. Il y avait plusieurs difficultés sérieuses à vaincre, et les premières tentatives datent de 1872 (il paraît avoir construit son miroir argenté de 28 pouces dans ce but). Une Table donne ensuite la description succincte de 78 plaques possédées par MM. Draper; les objets étudiés sont, avec les principales étoiles, le Soleil, la Lune, les planètes et la nébuleuse d'Orion; quelques-unes des plaques ont été mesurées en 1883 à l'observatoire d'Harvard College. Pour identifier les photographies des spectres des étoiles, on s'est servi comme intermédiaires des plaques relatives à la Lune et à Jupiter, dont les spectres sont semblables à celui du Soleil. A la suite de la discussion des résultats, se trouvent réimprimées deux Notes de Draper de 1879 et 1882, qui concernent le même sujet : *Sur la photographie des spectres des étoiles et des planètes* et *Sur la photographie du spectre de la nébuleuse d'Orion.*

THE SIDEREAL MESSENGER.

Tome III; Mai 1884.

Les travaux des observatoires en Angleterre.

Voir *Bulletin*, I, p. 202.

Harrison (*H.*). — Les planètes intra-mercurielles.

Il s'agit encore d'une étoile aperçue près du Soleil, le 6 mai 1882, par M. Trouvelot; il est probable qu'elle n'était autre que δ Bélier.

---

(1) *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, 1884; 30 pages.

Digitized by Google

Wilson (*H.-C.*). — Notes sur la comète de Pons-Brooks.

Ces Notes, accompagnées de 19 dessins, retracent les apparences de la comète du 5 septembre 1883 au 1er février 1884. Les observations ont été faites avec un équatorial de 11 pouces, le chercheur de l'instrument, et une jumelle possédant un grossissement de 2,5. On a employé des grossissements allant à 450, mais celui de 90 a été généralement adopté dans les observations faites avec l'équatorial. Rappelons qu'à l'Observatoire de Cincinnati, dont M. Wilson est directeur, on s'occupe spécialement de l'étude physique des comètes; un volume d'observations (le septième) a été publié récemment, et il contient des documents importants sur les comètes de 1880, 1881 et 1882.

L'équatorial de l'école supérieure d'Hartford.

L'équatorial a 9 ½ pouces d'ouverture; l'objectif est d'Alvan Clark et fils, la partie mécanique a été construite par Warner et Swasey suivant le système adopté sur le continent. Un perfectionnement est toutefois à noter : le vernier en ascension droite est lui-même entraîné, et, après qu'on l'a réglé en pointant l'instrument sur une belle étoile, il devient superflu de faire le calcul des angles horaires : l'ascension droite donne aussitôt le calage.

Barnard (*E.-E.*). — L'occultation de β Capricorne, au mois d'octobre.

Au mois de novembre dernier, l'occultation de β Capricorne donnait lieu de croire que l'étoile était double, mais il a été impossible de la dédoubler avec les instruments. M. Barnard appelle l'attention des observateurs américains (1) sur la prochaine occultation de la même étoile, qui doit avoir lieu le 26 octobre prochain; la Lune étant au premier quartier, on devra noter une diminution instantanée de la lumière avant que l'étoile disparaisse tout à fait, moins d'une seconde après.

Swift (*L.*). — Sur quelques essaims de météores.

M. Swift s'occupe des étoiles filantes, tout en cherchant des comètes. Il appelle l'attention sur les Perséides qui commencent vers le 20 juillet pour finir brusquement le 10 ou 11 août. M. Denning prétend que la

(1) L'occultation n'est pas comprise parmi celles qui sont visibles à Paris et à Greenwich.

Digitized by Google

durée d'activité de cet essaim est beaucoup plus longue, mais M. Swift a constaté le fait pendant plusieurs années. Les Perséides ne sont ni gros ni brillants, mais leurs trajectoires sont très longues et leur vitesse apparente semble être la même; on peut les distinguer aisément des autres groupes d'étoiles filantes; il a été noté que les particules de cet essaim, visibles avant la chute du 10-11 août, avaient un mouvement ouest et précisément le même point radiant que les météores d'août; il doit y avoir un même centre météorique.

Observatoire national du Mexique.

L'établissement, fondé par un décret de 1879, est établi à Chapultepec, près de Mexico, et dans une excellente position. Il est en voie d'organisation, et placé sous la direction de M. Anguiano. Il n'y a encore que des instruments de médiocre importance, mais son outillage va s'augmenter d'un cercle méridien, d'une lunette méridienne d'Ertel et de deux équatoriaux, dont l'un, construit par Grubb, aura 15 pouces d'ouverture. Rappelons qu'en 1882 la mission française, dirigée par M. Bouquet de la Grye et établie à Puebla, fut reliée télégraphiquement à l'observatoire de Chapultepec, et que, vers la même époque, on déterminait aussi la différence de longitude de Washington et de Chapultepec.

THE AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE.

t. XXVII; février à juillet 1884.

Hazen (*H.-A.*). — Les colorations du ciel. (11 p.)

Hazen (*H.-A.*). — Installation des thermomètres. (13 p.)

On sait qu'il y a une sérieuse difficulté à avoir la température de l'air en un lieu donné : la trop grande proximité de la terre, des arbres ou des maisons, l'accès difficile pour l'air, la réflexion de la chaleur peuvent vicier les indications de l'instrument, et la cage qui le renferme peut avoir aussi des effets nuisibles. L'auteur donne quelques détails sur la nature des abris adoptés par M. Renou (en France), M. Glaisher (en Angleterre), M. Wild (en Russie), M. Mohn à Christiania. Pour comparer les températures dans ces différents cas, on a proposé de se servir du thermomètre fronde, qui paraît donner, du moins à l'ombre, les indications les plus sûres; mais la question mérite encore de nouvelles études. L'auteur communique les premiers résultats de ses intéressantes recherches.

Digitized by Google

Schaeberle (*J.-M.*). — Sur la réfraction latérale.

Dans les recherches astronomiques où l'on désire une extrême précision, on rencontre parfois des erreurs systématiques qui, dans l'ignorance d'autres causes, sont attribuées soit à des variations irrégulières dans les constantes employées (marche de la pendule, ou valeur de la flexion), soit à un changement dans le mode d'observation. L'objet de la Note de M. Schaeberle est de compléter la théorie de la réfraction dans le cas où les couches d'air de même densité ne sont pas horizontales, et l'influence de cette réfraction latérale est certainement une cause de trouble dans les observations. Les cartes du temps publiées par le *Signal Service* des États-Unis fournissent les données nécessaires au calcul, et l'on peut voir du premier coup si les corrections sont sensibles. Des observations simultanées dans plusieurs stations, dont l'une serait un observatoire, permettraient encore d'évaluer l'inclinaison des couches de même densité [1].

Loomis (*Élias*). — Contributions à la Météorologie. Vingtième Mémoire sur la réduction des observations barométriques au niveau de la mer.

Dans ce Mémoire important, M. Loomis s'est proposé d'effectuer la réduction au niveau de la mer des observations barométriques faites à de grandes hauteurs, et, dans ce but, il a fait une comparaison approfondie des observations recueillies sur cinq montagnes (trois en Amérique et deux en Europe). Les réductions déduites de ces observations ont été comparées aux réductions calculées d'après les théories de Laplace et de Plantamour et ont donné lieu à des discordances très sensibles.

Dans chacune des stations, les discordances se manifestent pour les plus basses pressions et aussi pour les plus hautes, tandis que l'accord est satisfaisant pour les pressions moyennes. M. Loomis trouve deux causes principales aux discordances, le retard du maximum barométrique à la station supérieure, les petits changements de pression de l'une des stations qui ne sont pas ressentis (ou à un moindre degré) à l'autre station; les mouvements cycloniques, par exemple, toujours plus marqués sur les hauteurs sont une cause de désaccord. Il est question dans ce premier article des observations faites sur le mont Washington, le pic de l'Aiguille et le Denver.

---

[1] Dans ses *Recherches sur la théorie des réfractions astronomiques* (*Annales de l'Observatoire de Paris, Mémoires*, t. XVI), M. Radau a envisagé la question avec une plus grande généralité.

Digitized by Google

Pickering (*E.-C.*). — Mesures photométriques des étoiles de comparaison pour Vesta.

M. Harrington a récemment comparé Vesta à deux étoiles d'Argelander, et il est arrivé, à l'aide du photomètre à prisme, à cette conclusion, que Vesta est variable et que la période est courte. M. Pickering communique les mesures faites sur les étoiles de comparaison au moyen du grand photomètre méridien d'Harvard College (1), ce qui permet de passer des mesures différentielles de M. Harrington à des mesures absolues. La grandeur moyenne de Vesta est 6,64; on avait trouvé auparavant à Harvard College 6,49, 6,45 et 6,51. Les nouveaux nombres, communiqués par M. Pickering, donnent les variations de grandeur de Vesta relativement à la moyenne 6,64, et montrent que la différence entre le maximum et le minimum d'éclat ne dépasse guère une demi-grandeur.

Pickering (*E.-C.*). — Observations récentes d'étoiles variables (2).

Le *Bulletin* a déjà fait connaître l'appel adressé par M. Pickering aux astronomes amateurs; relativement à l'observation des étoiles variables, les observatoires officiels sont presque exclusivement occupés par des observations régulières, et la Science peut espérer beaucoup du concours des amateurs, à condition toutefois que le travail soit conduit d'après un plan déterminé. L'observatoire d'Harvard College se charge donc de réunir les matériaux d'observation et de les utiliser (3); chaque année on publiera une circulaire dressant le bilan des travaux et indiquant les recherches à faire dans l'année suivante. On recommande aujourd'hui aux observateurs les points suivants : 1° méthode d'observation, indiquer le photomètre dont on fait usage ou la manière d'estimer les grandeurs, si c'est la méthode d'Argelander, en fractionnant la différence d'éclat entre deux étoiles de comparaison, l'une plus brillante, l'autre plus faible que l'étoile observée, ou si l'on estime directement la grandeur; 2° pour les étoiles observées en 1884, employer les dési-

---

(1) Le grand photomètre méridien a été décrit dans les *Monthly Notices*, t. XLII, p. 365.

(2) *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*. Note présentée le 12 mars 1884.

(3) M. Chandler, de l'observatoire d'Harvard College, prépare une bibliographie des étoiles variables; il s'occupe aussi de compléter un Catalogue de 1200 étoiles variables.

Digitized by Google

gnations du Catalogue d'Harvard College. Indiquer enfin quelles sont les observations que l'on se propose de faire en 1885. Vient ensuite une table donnant les observations de 1883 faites sur 143 étoiles variables; elles sont rangées comme dans le catalogue de Schönfeld (1), et 48 étoiles probablement variables ont été ajoutées.

La Table donne la position de l'étoile, les grandeurs maxima et minima ainsi que la période, la classe à laquelle l'étoile appartient (étoiles temporaires, étoiles sujettes à de grandes variations dans des périodes de quelques mois, étoiles dont les variations d'éclat sont de peu d'étendue, étoiles variables à courte période, comme β Lyre ou δ Céphée, étoiles semblables à Algol, éprouvant à des intervalles réguliers une brusque diminution de lumière), l'époque de la découverte et le nom de l'auteur, enfin le nombre des observations et les initiales des observateurs, MM. Dunér, Hartwig, Safarik, Schmidt, Chandler, Rev. Hagen... Une seconde Table contient un assez grand nombre d'étoiles dont la variabilité est probable, et les observateurs sont invités à les examiner avec soin et à envoyer les résultats à Harvard College, afin qu'ils puissent être insérés dans la circulaire de l'année prochaine.

Par les indications rapides relatives aux instruments employés, presque tous d'une dimension très petite, souvent de simples jumelles, on voit bien que cette partie des études astronomiques est accessible à tous les amateurs.

Houzeau (*J.-C.*). — Exposé des résultats des observations relatives au passage de Vénus faites aux stations belges à l'aide d'héliomètres à foyers inégaux (2).

En voyant l'incertitude des observations directes des instants des contacts, M. Houzeau eut l'idée, dès 1871, de prendre un grand nombre de mesures micrométriques à l'aide d'un héliomètre modifié permettant de superposer l'image de Vénus sur celle du Soleil convenablement réduite. Il suffit de remplacer une des deux moitiés de l'objectif coupé dans l'héliomètre par une autre moitié ayant une distance focale moindre et toujours centrée sur le même axe optique. M. Houzeau fait remarquer la rapidité avec laquelle on peut prendre ainsi les distances des centres des deux astres qu'on amène directement l'un sur l'autre, soit par l'observation directe avec l'œil, soit en projetant l'image sur un écran. Il était important d'avoir des instruments parfaitement semblables, et l'on

(1) *Zweiter Catalog von veränderlichen Sternen*, Manheim, 1875.

(2) *Annales de l'Observatoire royal de Bruxelles;* nouvelle série, *Annales astronomiques*, 1884.

Digitized by Google

obtient ce résultat en partageant deux objectifs et construisant en double les pièces des instruments destinés aux deux missions; la différence des distances des centres dans les deux stations devait conduire à la valeur de la parallaxe.

La mission du Chili était composée de M. L. Niesten, de l'observatoire royal, chef de mission, et de MM. Lagrange et J. Niesten; M. Houzeau dirigeait la mission du Texas, et était assisté de MM. Lancaster et Stuyvaert. Après avoir exposé le calcul des distances des centres au moyen des Tables, en considérant surtout le voisinage de l'instant de la plus courte distance (presque le même dans les deux stations), on déduit les mêmes distances des observations au moyen de formules empiriques assez simples (606 mesures ont été faites au Chili et 126 dans le Texas).

Dans le dernier Chapitre, on donne les valeurs des tours de vis des deux instruments. Comme les mesures ne sont pas sensiblement différentes, que les deux vis ont été construites en même temps, on a adopté une valeur commune pour le tour de vis, et finalement on trouve pour la parallaxe du Soleil

$$\pi = 8'',911 \pm 0'',084.$$

P. Perry. — Stonyhurst College observatory. — Results of meteorological and magnetical observations.

On voit par ce résumé la grande activité de l'observatoire de Stonyhurst, où l'on embrasse les observations les plus variées sur le Soleil, les phénomènes atmosphériques, la floraison des plantes, l'agriculture et le magnétisme. Dernièrement la Société Royale entendait une Communication très intéressante du P. Perry sur les taches solaires. A la fin de la brochure se trouvent les résultats obtenus au nouvel observatoire météorologique du Collège de Saint-Ignace, à Malte.

Seeliger (*H.*). — Ueber die Gestalt des Planeten Uranus.

C'est une étude très intéressante sur les mesures du diamètre d'Uranus; le *Bulletin* doit y revenir. La question des erreurs systématiques intervenant dans les mesures des diamètres des planètes et des angles de position avec le micromètre à fils ou l'héliomètre est abordée incidemment.

O. C.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, N°s 2600-2604.

Abetti, Tacchini. — Observations de petites planètes, faites à Padoue et à Rome.

Digitized by Google

Muller (*G.*). — Observations photométriques de Neptune.

Les variations d'éclat périodiques, signalées par M. Maxwell Hall, et qui semblaient indiquer un temps de rotation d'environ huit heures, ne se retrouvent pas dans les séries d'observations photométriques de Neptune que M. G. Muller a pu obtenir à Potsdam en 1878, en 1881 et en 1883. Loin d'atteindre une grandeur entière, comme chez M. Maxwell Hall, les variations constatées ne dépassent jamais $\frac{1}{10}$ ou $\frac{2}{10}$ de grandeur. On sait que les observations que M. Pickering a faites avec le grand photomètre de Harvard College ont donné le même résultat négatif.

Ellery. — Réduction nouvelle des observations de la comète 1883, II, faites à Melbourne.

Krueger. — Efforts faits pour retrouver la comète 1858, III.

Schur (*W.*). — Étude du cercle méridien de Repsold, établi à l'observatoire de Strasbourg.

L'instrument fonctionne d'une manière régulière depuis le mois d'août 1883. Il a deux mires, éloignées chacune de 140^m, et installées dans les jardins qui entourent l'observatoire; on vise un point lumineux que produit un miroir placé derrière l'ouverture d'un diaphragme. L'azimut de la ligne des mires, tel qu'il résulte des observations de α et δ Petite Ourse, est en moyenne $0^s,89$; mais il offre des variations qui atteignent $0^s,30$, et qui paraissent avoir pour cause des variations accidentelles de l'inclinaison de l'axe, encore insuffisamment équilibré. L'azimut de la lunette, déterminé par les mires supposées immobiles, montre une remarquable constance pendant des périodes assez longues. Pour l'observation du nadir, il y a deux escaliers qui permettent de se placer tour à tour du côté du nord et du côté du sud. La différence des résultats obtenus dans les deux positions est en moyenne de $0^s,11$, et elle paraît avoir une origine physiologique. Pour la flexion horizontale, les collimateurs ont donné $0^s,13$; mais les recherches sur la flexion seront reprises. La détermination de l'inclinaison de l'axe au moyen du niveau a donné jusqu'ici des résultats assez peu satisfaisants, et l'on se propose de recourir au bain de mercure pour les contrôler et pour décider s'il y a lieu de changer le support du niveau. C'est la même difficulté qui a entravé jusqu'ici les recherches sur la forme des tourillons. La température de l'air se déduit de la lecture de trois thermomètres, dont l'un est fixé contre le pilier ouest, l'autre installé au dehors, du côté du nord, et le troisième suspendu dans la salle, à 4^m ou 5^m au-dessus de l'instrument; on observe en outre, tous les

Digitized by Google

jours, la température du sol. Le thermomètre supérieur accuse, en général, une température intermédiaire entre celles du thermomètre extérieur et du thermomètre intérieur (fixé contre le pilier); les différences sont d'ailleurs très petites.

Weiss. — Nébuleuse disparue.

La nébuleuse, observée le 26 mai par M. Spitaler, qui a disparu et dont on soupçonne l'identité avec la comète 1858, III, faisait partie d'un groupe de trois petites nébuleuses, situées approximativement par $17^h 42^m$ et $+ 35°33'$; les deux autres existent toujours. Les recherches faites à l'aide d'une éphéméride, fondée sur l'hypothèse de l'identité de la nébuleuse et de la comète de 1858, n'ont cependant donné aucun résultat; il est vrai que le mauvais temps n'a pas permis de les commencer avant le 20 juin.

Hall (*A.*). —Sur les éphémérides d'étoiles fondamentales.

Le nombre des étoiles fondamentales employées par les astronomes s'est notablement accru depuis quelque temps. Pour l'année 1886, le *Nautical Almanac* donne les positions moyennes de 198 étoiles; la *Connaissance des Temps* en contient 316, l'*American Ephemeris* 383, le *Jahrbuch* 622. Cette augmentation des listes d'étoiles est sans doute un progrès; mais il est urgent qu'on s'entende sur l'emploi d'un système uniforme de positions moyennes et d'éléments de réduction. Il serait à désirer que la fixation du système définitif fût confiée à un comité, qui en ferait l'objet d'une publication spéciale.

Stieltjes (*T.-J.*). — Remarque sur l'intégration d'une équation différentielle.

Il s'agit de l'équation du second ordre

$$\frac{d^2x}{dt^2} + n^2x = 2\beta x \cos t,$$

précédemment étudiée par M. H. Bruns (*A. N.*, nos 2533, 2553), par M. Callandreau (*A. N.*, n° 2547) et par M. Lindemann (*Mathem. Annalen*, t. XXII). M. Stieltjes s'est proposé de rapprocher les deux solutions qui en avaient été données, et de déduire les conclusions de M. Bruns de l'analyse de M. Lindemann, en perfectionnant cette dernière sous plusieurs rapports, et en indiquant le moyen de déterminer la constante m qui figure dans les expressions

$$e^{+imt}\,\mathrm{H}(t), \quad e^{-imt}\,\mathrm{H}_1(t),$$

par lesquelles sont représentées les intégrales de l'équation considérée.

Digitized by Google

Zelbr. — Le problème du plus court crépuscule.

Remarques supplémentaires sur la solution géométrique de Monge (voir *Bulletin*, t. I, p. 149).

Dubiago (*D.*). — Éléments de l'étoile double β Dauphin.

Le couple en question, qui offre un mouvement très rapide, a été découvert par M. Burnham en 1873; depuis cette époque, l'angle de position a varié de 180°. M. Dubiago a calculé les éléments à l'aide des formules de Sawitch, qui sont un peu plus commodes que celles de Herschel; il rappelle aussi, à cette occasion, les formules que M. Kowalski a données, en 1873, pour le calcul des orbites d'étoiles doubles. Voici les résultats du calcul pour β Dauphin :

$$\begin{array}{ll} \Omega = 163°34' & T = 1882,19 \\ \gamma = 54.54 & P = 26^{\text{ans}},07 \\ \lambda = 354.36 & a = 3,860 = 0'',55. \\ e = 0,3567 & \end{array}$$

Pomerantzeff. — Observations de petites planètes à Tachkent.

Palisa. — Découverte d'une petite planète.

La planète a reçu le numéro d'ordre 237 et le nom de Cœlestina.

Kortazzi. — Observations de la comète 1884, I.

Weiss (*E.*). — Observations de comètes et de planètes, faites à l'observatoire de Vienne.

Les observations vont d'octobre 1882 à décembre 1883. Le 23 octobre 1882, on a déjà pu faire un dessin de la comète II à l'aide du grand réfracteur de 27 pouces. Le 4, le 5 et le 6 janvier 1883, on a constaté, vers minuit, une clarté extraordinaire dans la partie ouest du ciel, qui s'étendait jusqu'au zénith, et qui a toujours persisté pendant plusieurs heures, par un ciel parfaitement pur.

Ginzel (*F.-K.*). — Nouvelle détermination de corrections empiriques de l'orbite de la Lune, exigées par les éclipses.

Les Tables de syzygies, récemment publiées par M. d'Oppolzer, tout en reposant sur des données empruntées à Hansen, renferment un certain nombre de corrections empiriques qui ont permis de mieux représenter qu'on n'avait encore pu le faire quelques-unes des éclipses les plus

Digitized by Google

célèbres. M. Ginzel a réussi, avec le secours de ces Tables, à identifier une éclipse totale décrite par Plutarque, qui l'a observée à Chéronée ou à Delphes; il paraît certain que la date de cette éclipse est le 19 mars de l'année 71 de notre ère, mais la zone de la centralité s'écarte encore un peu des lieux d'observation présumés, ce qui indique la nécessité d'une correction des Tables. M. Ginzel a fait connaître ce résultat et quelques autres auxquels l'ont conduit ses recherches sur les éclipses anciennes, dans un travail communiqué à l'Académie des Sciences de Vienne au mois de mars 1882.

Depuis cette époque, il a continué ses recherches dans la même direction, mais il n'a pas tardé à reconnaître que les éclipses classiques sont, en général, entachées de trop d'incertitude pour servir de fondement à la détermination des corrections empiriques des Tables lunaires, la plupart des descriptions qui se rencontrent chez les auteurs grecs et latins reposant sur des traditions de seconde main. Il lui a paru préférable de s'appuyer sur les éclipses mentionnées par les chroniques du moyen âge. C'est surtout dans les chroniques des monastères que l'on trouve, à cet égard, de précieux matériaux, encore trop peu exploités. Ce qui en augmente la valeur, c'est la possibilité de contrôler les divers récits les uns par les autres, et de mettre ainsi en pleine lumière toutes les circonstances du phénomène.

M. Ginzel a pu réunir des documents concernant 45 éclipses de Soleil annulaires ou totales, échelonnées depuis l'an 346 de notre ère jusqu'à l'année 1415, et dont deux seulement avaient été déjà discutées par M. Celoria. En y ajoutant l'éclipse de Plutarque, et la célèbre éclipse de Stiklastad, voici la liste des éclipses qui ont été employées pour un premier calcul des corrections tabulaires; nous mettons en regard de chaque date la correction de la zone de centralité (positive vers le nord, négative vers le sud).

				Corrections.
71.	Mars	19.	Éclipse totale de Plutarque.....	—1°,1
590.	Oct.	3.	Éclipse annulaire. 4 récits.....	—0°,5
733.	Août	13.	Éclipse annulaire. 7 récits.....	—0°,6
840.	Mai	5.	Écl. totale. 42 récits.....	+1°,0
878.	Oct.	29.	Écl. totale. 36 récits.....	—1°,1
891.	Août	7.	Écl. annulaire. 5 récits.....	+1°,4
939.	Juil.	18.	Écl. totale. 14 récits.....	—1°,25
968.	Déc.	21.	Écl. totale. 23 récits.....	—1°,5
1030.	Août	31.	Écl. totale de Stiklastad.....	—0°,03
1093.	Sept.	22.	Écl. annulaire. 28 récits.....	—0°,9
1133.	Août	1.	Écl. totale. 78 récits.....	—1°,16
1147.	Oct.	25.	Écl. annulaire. 25 récits.....	—0°,7
1178.	Sept.	12.	Écl. totale. 14 récits.....	+1°,0

Digitized by Google

			Corrections.
1185.	Mai 1.	Écl. totale. 6 récits	—1°,1
1187.	Sept. 3.	Écl. totale. 27 récits	—1°,3
1191.	Juin 22.	Écl. annulaire. 40 récits	+0°,7
1207.	Févr. 27.	Écl. annulaire. 15 récits	—0°,6
1239.	Juin 2.	Écl. totale. Celoria	0
1241.	Oct. 6.	Écl. totale. 15 récits en dehors de Celoria	—0°,24
1267.	Mai 24.	Écl. totale. 9 récits	+0°,7
1330.	Juil. 16.	Écl. totale. 11 récits	—0°,7
1385.	Déc. 31.	Écl. totale	+0°,64

Les résultats de la discussion approfondie de tous ces matériaux ont été communiqués à l'Académie des Sciences de Vienne au mois de juillet 1883. Il s'est trouvé que les corrections tabulaires fournies par la résolution des 22 équations de condition permettaient déjà de représenter d'une manière tolérable non seulement les éclipses considérées, mais encore l'éclipse de Ninive (— 762, juin 14), celle que mentionnent les Annales d'Assurbanipal (— 660, juin 27), celles de Thalès (— 584, mai 28), d'Agathoclès (— 309, août 14), et l'éclipse de Nicée décrite par Phlegon (+ 29, novembre 23). M. Ginzel s'est alors décidé à refaire le calcul, en laissant de côté les deux éclipses de 590 et de 1178, mais en tenant compte cette fois des cinq éclipses anciennes et des quatre suivantes, pour lesquelles le calcul provisoire avait donné une correction de la zone de centralité égale à zéro :

			Corr.
693.	Oct. 4.	Éclipse totale. 4 récits	0
1140.	Mars 20.	Écl. totale. 23 récits	0
1406.	Juin 15.	Écl. totale. 11 récits	0
1415.	Juin 6.	Écl. totale. 10 récits	0

Voici d'abord les nouvelles corrections de la zone de centralité pour les 29 éclipses considérées, telles qu'on les a obtenues en tenant compte des résultats du premier calcul :

Année.	Corr.	Année.	Corr.	Année.	Corr.
	°		°		°
—762...	—0,8	891...	+1,06	1191...	+0,47
—660...	+0,5	939...	—1,1	1207...	—0,7
—584...	+0,6	968...	—0,5	1239...	+0,18
—309...	—0,2	1030...	+0,6	1241...	+0,2
+ 29...	0,0	1093...	—0,9	1267...	+0,2
+ 71...	0,0	1133...	—0,8	1330...	+0,2
+693...	+0,6	1140...	—0,5	1385...	+0,4
+733...	+0,2	1147...	—0,7	1406...	—0,2
+840...	+0,48	1185...	—0,95	1415...	—0,4
+878...	0,0	1187...	—1,1		

Digitized by Google

La résolution des équations de condition a donné à M. Ginzel les corrections tabulaires suivantes, à l'aide desquelles on arrive à représenter d'une manière assez satisfaisante l'ensemble des éclipses considérées (les erreurs restantes ne diffèrent pas beaucoup des corrections ci-dessus) :

$$\Delta T = -0^j,000192\, s + 0^j,0000247\, s',$$
$$\Delta(g+\omega) = -0^\circ,00769\ \ s + 0^\circ,000049\ \ s',$$
$$\Delta g = +0^\circ,0216\ \ s + 0^\circ,00047\ \ s'.$$

T est le temps de la conjonction, en jours juliens; $g+\omega$ l'argument de la latitude; g l'anomalie moyenne; s le nombre de siècles juliens compté à partir de 1800,0, enfin $s' = s^2\left(1+\frac{s}{1000}\right)$. Le second terme de ΔT, étant multiplié par le moyen mouvement synodique (43883″), donne $+1'',084$ pour la correction qu'il faut ajouter à l'équation séculaire de Hansen ($-12'',557$); on trouve ainsi $11'',473$ pour l'accélération séculaire de la longitude moyenne. M. Ginzel a encore essayé de représenter, au moyen des nouvelles corrections, quelques autres éclipses anciennes, ainsi que les 19 éclipses de Lune de l'*Almageste*. Le détail des calculs a été communiqué à l'Académie des Sciences de Vienne au mois de mars dernier (1).

Kononovitsch (*A.*). — Le pouvoir réflecteur de la planète Mars.

L'auteur a tenté d'établir les formules photométriques sans s'appuyer sur la loi du cosinus, dont Zœllner a critiqué les démonstrations. Le pouvoir réflecteur (*albedo*) est la fraction de la lumière solaire qui est réfléchie dans toutes les directions. En s'appuyant sur les observations de Seidel et de Zöllner, M. Kononovitsch trouve, pour le pouvoir réflecteur de Mars, des nombres compris entre 0,20 et 0,34. (On avait, d'après Zöllner, les nombres suivants : Mars 0,27, Jupiter 0,62, Saturne 0,50, Uranus 0,64, Neptune 0,46.)

R. R.

---

(1) Le baron de Haerdtl vient de présenter à la même Académie un Mémoire sur la Chronologie assyrienne, où se trouvent calculées toutes les éclipses de Soleil et de Lune qui ont été visibles à Ninive entre les années 957 et 575 avant J.-C.

Digitized by Google

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

QUELQUES REMARQUES AU SUJET DE LA THÉORIE DE LA FIGURE DES PLANÈTES;

PAR M. F. TISSERAND.

Je considère un corps céleste à l'état fluide, soumis seulement à l'attraction mutuelle des éléments qui le composent, animé d'un mouvement de rotation dont la vitesse angulaire est très petite; on sait que sa surface extérieure sera, à fort peu près, celle d'un ellipsoïde de révolution; il en sera de même des surfaces de niveau.

Je représenterai par a la longueur du demi-petit axe d'une couche quelconque, par e son *ellipticité* (Clairaut a donné le nom d'*ellipticité* au rapport de la différence des deux axes au petit axe), par ρ la densité correspondante; ρ est une fonction inconnue de a. Quand on adopte pour ρ une fonction déterminée, il suffit, comme on sait, d'intégrer une équation linéaire du second ordre, à coefficients variables, pour trouver e en fonction de a. Les valeurs de a, e et ρ, qui répondent à la surface extérieure du corps, seront représentées respectivement par 1, ε et ρ_1; enfin Δ désignera la densité moyenne et φ le rapport de la force centrifuge, à l'équateur, à l'attraction.

I. Clairaut a montré le premier que, quelle que soit la loi des densités, pourvu toutefois que la densité aille toujours en décroissant du centre à la surface, ε est compris entre les deux limites $\frac{\varphi}{2}$ et $\frac{5\varphi}{4}$. La première de ces limites répond au cas idéal où toute la masse du corps serait réunie à son centre; or on sait que la densité ρ_1 de l'écorce terrestre est à peu près égale à $\frac{\Delta}{2}$; il doit donc être possible de trouver une limite inférieure de ε plus grande que $\frac{\varphi}{2}$. J'arrive à ce résultat de la manière suivante.

Je pars de la relation bien connue

$$\left(\varepsilon - \frac{\varphi}{2}\right)\int_0^1 \rho a^2\, da = \frac{1}{5}\int_0^1 \rho \frac{d.a^5 e}{da}\, da,$$

Digitized by Google

qui donne, en intégrant par parties dans le second membre,

$$(1)\qquad \left(\varepsilon - \frac{\varphi}{2}\right)\int_0^1 \rho a^2\, da = \frac{1}{5}\left(\rho_1 \varepsilon - \int_0^1 a^5 e \frac{d\rho}{da}\, da\right).$$

$\frac{d\rho}{da}$ étant constamment négatif, on a

$$\int_0^1 a^5 e \frac{d\rho}{da}\, da < 0,$$

et l'équation (1) donne

$$\left(\varepsilon - \frac{\varphi}{2}\right)\int_0^1 \rho a^2\, da > \frac{1}{5}\rho_1 \varepsilon;$$

or on a

$$\int_0^1 \rho a^2\, da = \frac{\Delta}{3},$$

et il en résulte

$$\varepsilon - \frac{\varphi}{2} > \frac{3}{5}\frac{\rho_1}{\Delta}\varepsilon,$$

$$\varepsilon > \frac{\frac{1}{2}\varphi}{1 - \frac{3}{5}\frac{\rho_1}{\Delta}};$$

la limite inférieure $\frac{1}{2}\varphi$ de Clairaut peut donc être remplacée par $\frac{\frac{1}{2}\varphi}{1 - \frac{3}{5}\frac{\rho_1}{\Delta}}$; dans le cas de la Terre, en prenant $\frac{\rho_1}{\Delta} = \frac{1}{2}$, cette limite devient $\frac{5}{7}\varphi$; voilà le premier point que je voulais établir.

II. Un élément important, introduit pour la première fois par d'Alembert dans l'étude de la figure de la Terre, est le suivant :

$$\lambda = \frac{\int_0^1 \rho a^2\, da}{\int_0^1 \rho a^4\, da};$$

en combinant les résultats de la Géodésie avec ceux que fournit la théorie de la précession des équinoxes, on peut déterminer la valeur de λ; j'ai lieu de penser que, sans faire intervenir cette dernière théorie, on pourrait, sinon déterminer λ, du moins assi-

Digitized by Google

gner deux limites très resserrées comprenant cette quantité; les résultats ci-dessous constituent un premier essai dans cette direction.

Reprenons l'équation (1), et remarquons que, les ellipticités croissant du centre à la surface, on a

$$e \leqq \varepsilon;$$

on en conclut

$$\int_0^1 a^5 e \frac{d\rho}{da} da > \varepsilon \int_0^1 a^5 \frac{d\rho}{da} da$$

ou, en intégrant par parties,

$$\int_0^1 a^5 e \frac{d\rho}{da} da > \varepsilon \left(\rho_1 - 5 \int_0^1 \rho a^4 da\right);$$

l'équation (1) donnera, en tenant compte de cette inégalité,

$$\left(\varepsilon - \frac{\varphi}{2}\right) \int_0^1 \rho a^2 da < \varepsilon \int_0^1 \rho a^4 da;$$

on en tire

$$\lambda < \frac{1}{1 - \frac{\varphi}{2\varepsilon}}.$$

C'est la limite supérieure que je voulais obtenir; en adoptant $\frac{1}{293,5}$ pour l'aplatissement à la surface et prenant $\varphi = \frac{1}{284,4}$, on a d'abord

$$\varepsilon = \frac{1}{292,5}$$

et ensuite

$$\lambda < 2,0288.$$

La valeur que fournit la théorie de la précession des équinoxes est la suivante :

$$\lambda = 1,9553.$$

III. L'équation différentielle qui permet de déterminer e en fonction de a, lorsque la loi des densités est connue, est la suivante :

$$(2) \qquad \left(a^2 \frac{d^2 z}{da^2} - 6z\right) \int_0^a \rho a^2 da + 2\left(a \frac{dz}{da} + z\right) \rho a^3 = 0.$$

Legendre a intégré cette équation, en supposant

$$\rho = C \frac{\sin na}{a}.$$

Digitized by Google

M. Roche a supposé

$$\rho = \rho_0(1 - ha^2).$$

Je vais montrer comment on peut intégrer l'équation (2) en supposant plus généralement

$$\rho = \rho_0(1 - ha^n),$$

expression dans laquelle ρ_0, h et n sont des constantes.

En posant

$$\frac{3h}{n+3}a^n = x,$$

on trouve que l'équation (2) devient

$$(3) \qquad (x - x^2)\frac{d^2z}{dx^2} + \left[\frac{5}{n} + 1 - \left(\frac{5}{n} + 3\right)x\right]\frac{dz}{dx} - \frac{2}{n}z = 0;$$

on retrouve ainsi l'équation différentielle de la série hypergéométrique en posant

$$\alpha\beta = \frac{2}{n},$$

$$\alpha + \beta = \frac{5}{n} + 2,$$

$$\gamma = \frac{5}{n} + 1.$$

On aura donc, pour l'une des solutions de l'équation (4),

$$z = \mathrm{A}\,\mathrm{F}(\alpha, \beta, \gamma, x).$$

En déterminant convenablement la constante A, z sera égal à e; on trouve ainsi aisément

$$\frac{e}{\mathrm{A}} = 1 + \frac{2}{5+n}\left(\frac{3h}{n+3}a^n\right) + \frac{2(7+3n)}{2(5+n)(5+2n)}\left(\frac{3h}{n+3}a^n\right)^2$$
$$+ \frac{2(7+3n)(12+8n)}{2.3(5+n)(5+2n)(5+3n)}\left(\frac{3h}{n+3}a^n\right)^3 + \ldots.$$

On serait, du reste, arrivé directement à cette expression à l'aide de l'équation (3), sans passer par la considération de la série hypergéométrique.

Digitized by Google

DESCRIPTION D'UN NOUVEAU SYSTÈME DE TÉLESCOPE;

PAR M. LOEWY.

(*Suite.*)

TABLEAU I.

o.	o'.	o''.	$\frac{m}{\sqrt{2}}$.	m.	M_1.	M_2.	f.	d.	δ.
			$p = 0,19$,	$r = 10,63$,	$r' = 9,61$,	$P' = 0,11$.			
30...	27,1	26,6	5,2	7,4	42,8	47,8	288	257	31
40...	36,2	35,5	6,9	9,8	55,5	60,5	384	343	41
50...	45,2	44,4	8,6	12,2	68,2	73,2	480	429	51
60...	54,2	53,2	10,3	14,6	80,8	85,8	577	516	61
70...	63,3	62,1	12,0	17,0	93,5	98,5	673	602	71
80...	72,3	71,0	13,7	19,4	106,1	111,1	769	687	82
90...	81,4	79,9	15,5	21,9	118,8	123,8	865	773	92
100...	90,4	88,8	17,2	24,3	131,4	136,4	961	859	102
			$p = 0,20$,	$r = 11,27$,	$r' = 10,13$,	$P' = 0,12$.			
30...	27,0	26,4	5,4	7,6	42,6	47,6	304	270	34
40...	35,9	35,2	7,2	10,2	55,1	60,1	405	359	46
50...	44,9	44,0	9,0	12,7	67,6	72,6	506	449	57
60...	53,9	52,8	10,8	15,3	80,2	85,2	608	539	69
70...	62,9	61,6	12,6	17,8	92,8	97,8	709	629	80
80...	71,9	70,5	14,4	20,4	105,3	110,3	810	719	91
90...	80,9	79,3	16,2	22,9	117,9	122,9	912	809	103
100...	89,9	88,1	18,0	25,5	130,5	135,5	1013	899	114
			$p = 0,21$,	$r = 11,92$,	$r' = 10,65$,	$P' = 0,12$.			
30...	26,8	26,2	5,6	7,9	42,3	47,3	320	282	38
40...	35,7	34,9	7,5	10,6	54,7	59,7	426	375	51
50...	44,7	43,7	9,4	13,3	67,2	72,2	533	470	63
60...	53,6	52,4	11,3	16,0	79,6	84,6	639	563	76
70...	62,5	61,2	13,1	18,5	92,1	97,1	746	657	89
80...	71,5	69,9	15,0	21,2	104,6	109,6	852	750	102
90...	80,4	78,6	16,9	23,9	117,0	122,0	959	845	114
100...	89,3	87,4	18,8	26,6	129,4	134,4	1065	938	127
			$p = 0,22$,	$r = 12,58$,	$r' = 11,18$,	$P' = 0,13$.			
30...	26,6	26,0	5,9	8,3	42,0	47,0	335	293	42
40...	35,5	34,7	7,8	11,0	54,3	59,3	447	391	56
50...	44,4	43,3	9,8	13,8	66,7	71,7	559	489	70
60...	53,3	52,0	11,7	16,6	79,2	84,2	671	587	84
70...	62,2	60,7	13,7	19,4	91,5	96,5	782	684	98

Digitized by Google

O.	O'.	O''.	$\frac{m}{\sqrt{2}}$.	m.	M_1.	M_2.	f.	d.	
80...	71,1	69,3	15,6	22,1	103,9	108,9	894	782	112
90...	79,9	78,0	17,6	24,9	116,1	121,1	1006	879	127
100...	88,8	86,7	19,5	27,6	128,5	133,5	1118	977	141

$p = 0,23$, $r = 13,26$, $r' = 11,71$, $P' = 0,14$.

30...	26,5	25,8	6,1	8,6	41,7	46,7	351	304	47
40...	35,3	34,4	8,1	11,5	54,0	59,0	468	406	62
50...	44,1	43,0	10,1	14,3	66,3	71,3	585	507	78
60...	53,0	51,6	12,1	17,1	78,6	83,6	702	609	93
70...	61,8	60,2	14,1	19,9	90,8	95,8	819	710	109
80...	70,6	68,8	16,2	22,8	103,1	108,1	936	812	124
90...	79,5	77,4	18,2	25,7	115,4	120,4	1053	914	139
100...	88,3	85,9	20,2	28,6	127,7	132,7	1171	1016	155

$p = 0,24$, $r = 13,95$, $r' = 12,24$, $P' = 0,15$.

30...	26,3	25,6	6,3	8,9	41,4	46,4	367	316	51
40...	35,1	34,1	8,4	11,9	53,6	58,6	489	421	68
50...	43,9	42,6	10,5	14,8	65,9	70,9	612	527	85
60...	52,7	51,1	12,6	17,8	78,0	83,0	734	632	102
70...	61,4	59,7	14,7	20,8	90,1	95,1	857	737	120
80...	70,2	68,2	16,8	23,8	102,3	107,3	979	842	137
90...	79,0	76,7	19,0	26,8	114,5	119,5	1101	947	154
100...	87,8	85,2	21,1	29,8	126,7	131,7	1224	1053	171

La troisième solution sera obtenue, d'après la définition que nous avons donnée, en cherchant le minimum de l'expression

$$P = \frac{m}{\sqrt{2}} + f \sin s = \frac{\delta}{r} + (rO' - \delta) 2 \sin s.$$

On a ainsi, en différentiant et posant $\frac{dP}{dr} = 0$,

$$-\frac{\delta}{r^2} + 2O' \sin s = 0,$$

$$r = \sqrt{\frac{\delta}{2O' \sin s}}, \quad f = \sqrt{\frac{\delta O'}{2 \sin s}}, \quad \frac{\delta}{r} = \sqrt{2 \delta O' \sin s},$$

$$d \sin s = \sqrt{\frac{\delta O' \sin s}{2}} - \delta \sin s, \quad \frac{m}{\sqrt{2}} = \frac{3}{\sqrt{2}} \sqrt{\delta O' \sin s} - 2 \delta \sin s,$$

et, en faisant comme précédemment $\frac{m}{\sqrt{2}} = O'p$, on a

$$\delta \sin s - \frac{3}{2\sqrt{2}} \sqrt{O' \delta \sin s} = -\frac{O'p}{2},$$

Digitized by Google

et l'on trouve, à l'aide de cette équation,

$$\sqrt{\delta \sin s} = \sqrt{O'}\,\frac{3-\sqrt{9-16p}}{4\sqrt{2}};$$

d'où

$$\delta \sin s = O'\,\frac{9-8p-3\sqrt{9-16p}}{16},$$

$$r \sin s = \frac{3-\sqrt{9-16p}}{8}, \quad f \sin s = O'\,\frac{3-\sqrt{9-16p}}{8},$$

$$O' = \frac{O}{1+\dfrac{3-\sqrt{9-16p}}{8}}.$$

Le Tableau II a été calculé pour les valeurs de $p = 0,20$ à $p = 0,27$. Cette seconde solution est facile à réaliser aussi bien au point de vue mécanique qu'au point de vue optique pour les valeurs $p = 0,24$ à $0,27$. Pour des valeurs plus faibles de p, l'exécution nous paraît difficile au point de vue de l'installation de l'abri destiné à l'observateur à cause de la faible valeur de δ. En somme, cette troisième solution, qui semble moins rationnelle, au point de vue théorique, que les suivantes, sera néanmoins préférée dans le plus grand nombre des cas, car elle réalise mieux à la fois l'ensemble des conditions pratiques et théoriques du problème.

TABLEAU II.

O.	O'.	O''.	$\frac{m}{\sqrt{2}}$.	m.	M_1	M_2.	f.	d.	δ.
			$p = 0,20$,	$r = 7,40$,	$r' = 6,89$,	$P' = 0,09$.			
30...	27,9	27,4	5,6	7,9	44,0	48,9	207	176	31
40...	37,2	36,5	7,4	10,5	57,0	61,9	275	234	41
50...	46,6	45,6	9,3	13,2	70,1	75,0	344	293	51
60...	55,9	54,7	11,2	15,8	83,1	88,0	413	352	61
70...	65,2	63,9	13,0	18,4	96,2	101,1	482	411	71
80...	74,5	73,0	14,9	21,1	109,2	114,1	551	470	81
90...	83,8	82,1	16,8	23,7	122,2	127,1	620	528	92
100...	93,1	91,2	18,6	26,3	135,2	140,1	689	587	102
			$p = 0,21$,	$r = 7,81$,	$r' = 7,25$,	$P' = 0,09$.			
30...	27,8	27,2	5,8	8,2	43,8	48,7	217	183	34
40...	37,1	36,3	7,8	11,0	56,7	61,6	290	244	46
50...	46,4	45,3	9,7	13,7	69,7	74,6	362	305	57
60...	55,7	54,4	11,7	16,5	82,7	87,6	435	367	68
70...	64,9	63,5	13,6	19,2	95,6	100,5	507	428	79

Digitized by Google

o.	o'.	o''.	$\frac{m}{\sqrt{2}}$.	m.	M_1.	M_2.	f.	d.	δ.
80...	74,2	72,6	15,6	22,0	108,6	113,5	580	489	91
90...	83,5	81,6	17,5	24,8	121,6	126,5	652	550	102
100...	92,8	90,7	19,5	27,6	134,6	139,5	725	612	113

$p = 0,22$, $r = 8,24$, $r' = 7,61$, $P' = 0,10$.

30...	27,7	27,0	6,1	8,6	43,6	48,5	228	190	38
40...	37,0	36,1	8,1	11,5	56,6	61,5	304	254	50
50...	46,2	45,1	10,2	14,4	69,4	74,3	381	318	63
60...	55,4	54,1	12,2	17,3	82,3	87,2	457	382	75
70...	64,7	63,1	14,2	20,1	95,2	100,1	533	445	88
80...	73,9	72,1	16,3	23,0	108,0	112,9	609	509	100
90...	83,2	81,1	18,3	25,9	121,0	125,9	685	572	113
100...	92,4	90,1	20,3	28,7	133,9	138,8	761	636	125

$p = 0,23$, $r = 8,67$, $r' = 7,98$, $P' = 0,10$.

30...	27,6	26,9	6,3	8,9	43,4	48,3	239	198	41
40...	36,8	35,8	8,5	12,0	56,2	61,1	319	264	55
50...	46,0	44,8	10,6	15,0	69,0	73,9	399	330	69
60...	55,2	53,7	12,7	18,0	81,9	86,8	479	396	83
70...	64,4	62,7	14,8	20,9	94,7	99,6	558	461	97
80...	73,6	71,7	16,9	23,9	107,5	112,4	638	527	111
90...	82,8	80,6	19,0	26,9	120,3	125,2	718	594	124
100...	92,0	89,6	21,2	30,0	133,1	138,0	798	660	138

$p = 0,24$, $r = 9,11$, $r' = 8,35$, $P' = 0,11$.

30...	27,5	26,7	6,6	9,3	43,1	48,0	250	204	46
40...	36,7	35,6	8,8	12,4	55,9	60,8	334	273	61
50...	45,8	44,5	11,0	15,6	68,6	73,5	417	341	76
60...	55,0	53,4	13,2	18,7	81,4	86,3	501	410	91
70...	64,2	62,3	15,4	21,8	94,2	99,1	584	478	106
80...	73,3	71,2	17,6	24,9	106,9	111,8	668	546	122
90...	82,5	80,1	19,8	28,0	119,7	124,6	751	614	137
100...	91,7	89,0	22,0	31,1	132,5	137,4	835	683	152

$p = 0,25$, $r = 9,55$, $r' = 8,72$, $P' = 0,12$.

30...	27,4	26,5	6,9	9,8	43,0	47,9	261	211	50
40...	36,5	35,4	9,1	12,9	55,6	60,5	349	282	67
50...	45,6	44,2	11,4	16,1	68,3	73,2	436	353	83
60...	54,8	53,1	13,7	19,4	81,0	85,9	523	423	100
70...	63,9	61,9	16,0	22,6	93,6	98,5	610	494	116
80...	73,0	70,7	18,3	25,9	106,3	111,2	697	564	133
90...	82,2	79,6	20,6	29,1	119,0	123,9	784	635	149
100...	91,3	88,4	22,8	32,2	131,6	136,5	872	706	166

Digitized by Google

O.	O'.	O''.	$\frac{m}{\sqrt{2}}$.	m.	M_1.	M_2.		d.	δ.
			$p = 0,26$,	$r = 10,00$,	$r' = 9,09$,	$P' = 0,12$.			
30...	27,3	26,3	7,1	10,0	42,7	47,6	273	218	55
40...	36,4	35,1	9,5	13,4	55,4	60,3	364	291	73
50...	45,5	43,9	11,8	16,7	68,0	72,9	455	364	91
60...	54,5	52,7	14,2	20,0	80,5	85,4	545	436	109
70...	63,6	61,5	16,5	23,3	93,1	98,0	636	509	127
80...	72,7	70,3	18,9	26,7	105,8	110,7	727	582	145
90...	81,8	79,1	21,3	30,1	118,4	123,3	818	654	164
100...	90,9	87,8	23,6	33,4	130,9	135,8	909	727	182
			$p = 0,27$,	$r = 10,46$,	$r' = 9,47$,	$P' = 0,13$.			
30...	27,2	26,2	7,3	10,3	42,6	47,5	284	225	59
40...	36,2	34,9	9,8	13,8	55,0	59,9	379	300	79
50...	45,3	43,6	12,2	17,3	67,5	72,4	473	374	99
60...	54,3	52,3	14,7	20,8	80,0	84,9	568	449	119
70...	63,4	61,1	17,1	24,2	92,6	97,5	663	524	139
80...	72,4	69,8	19,5	27,6	105,1	110,0	757	599	158
90...	81,5	78,5	22,0	31,1	117,6	122,5	852	674	178
100...	90,5	87,2	24,4	34,5	130,1	135,0	947	749	198

Pour obtenir la quatrième solution nous cherchons le minimum de $\frac{m^2}{2} + (O^2 - O'^2) = P$ ou

$$\left[\frac{\delta}{r} + (rO' - 2\delta)\sin s\right]^2 + (O - O')(O + O') = P$$

ou

$$\left[\frac{\delta}{r} + (rO' - 2\delta)\sin s\right]^2 + rO'\sin s(2O' + rO'\sin s) = P.$$

Différentions par rapport à r et mettons $\frac{dP}{dr} = 0$, on obtient

$$\left(-\frac{\delta}{r^2} + O'\sin s\right)\left[\frac{\delta}{r} + (rO' - 2\delta)\sin s\right] + O'^2\sin s + rO'^2\sin^2 s = 0,$$

et, en mettant $\frac{m}{\sqrt{2}} = pO'$, on arrive à l'équation du troisième degré suivante :

$$2r^3\sin^3 s + r^2\sin^2 s(1 + 2p) - r\sin s(1 + p) + p^2 = 0.$$

En tirant de cette équation, au moyen de la valeur connue de p, la valeur de $r\sin s$, on trouvera ensuite δ par la formule

$$\delta = rO'\,\frac{p - r\sin s}{1 - 2r\sin s}$$

et les autres quantités par les formules connues.

Digitized by Google

Cette solution est presque identique avec la cinquième solution et elle n'en diffère que d'un terme du second ordre; nous nous sommes donc dispensé de fournir le tableau correspondant à ce système.

Nous examinerons maintenant la question au cinquième point de vue, en posant la condition que la surface réfléchissante du réflecteur O soit un maximum. Le diamètre réduit O''' est égal, d'après sa définition, à

$$\sqrt{O'^2 - \frac{m^2}{2}} = \sqrt{O'^2 - \left[\frac{\delta}{r} + (rO' - 2\delta)\sin s\right]^2}$$

ou, avec une approximation suffisante,

$$O' - O''' = \frac{1}{2O'}\left[\frac{\delta}{r} + (rO' - 2\delta)\sin s\right]^2;$$

par conséquent

$$O - O'' = \frac{1}{2O'}\left[\frac{\delta}{r} + (rO' - 2\delta)\sin s\right]^2 + rO'\sin s.$$

Nous allons donc maintenant chercher pour quelle valeur de r $O - O''$ devient un minimum. En différentiant par rapport à r et en posant $\frac{dO - dO''}{dr} = 0$, on a

$$(1) \qquad \left(-\frac{\delta}{r^2} + O'\sin s\right)\left[\frac{\delta}{r} + (rO' - 2\delta)\sin s\right] + O'\sin s = 0,$$

faisant immédiatement $\frac{m}{\sqrt{2}} = O'p$, et l'on a

$$(2) \qquad \frac{m}{\sqrt{2}} = \frac{\delta}{r} + (rO' - 2\delta)\sin s = Op$$

et

$$(3) \qquad \left(-\frac{\delta}{r^2} + O'\sin s\right)O'p + O'\sin s = 0.$$

Par la combinaison des deux équations (2) et (3) on trouve

$$r\sin s = \frac{1 + 2p - \sqrt{1 + 4p - 4p^2 - 8p^3}}{4(1 + p)}$$

$$\delta = \frac{rO'(p - r\sin s)}{1 - 2r\sin s},$$

Digitized by Google

et les autres quantités sont obtenues des formules connues

$$f \sin s = O' \frac{1 + 2p - \sqrt{1 + 4p - 4p^2 - 8p^3}}{4(1+p)},$$

$$O' = \frac{O}{1 + \frac{1 + 2p - \sqrt{1 + 4p - 4p^2 - 8p^3}}{4(1+p)}}.$$

Le tableau III a été calculé pour les valeurs $p = 0,29$ à $p = 0,34$.

Cette construction a ceci de spécial que la distance focale est très courte et que la valeur de δ est relativement considérable. Elle est donc mécaniquement beaucoup plus facile à réaliser, mais, au point de vue optique, elle reste inférieure à la troisième solution précédente. Elle offre, en outre, cette particularité, qui ne se présente ni dans la première, ni dans les autres méthodes, de pouvoir être facilement réalisée de deux manières différentes : 1° par l'usage du grand miroir perforé M_2; 2° par l'emploi du petit miroir m.

La grande difficulté pour effectuer la construction au moyen du petit miroir dans la première solution résidait dans la distance focale considérable et dans la grande longueur qu'il faudrait donner au tube portant le miroir parabolique, ce qui entraîne alors une double complication, d'un côté pour l'installation indépendante du pavillon destiné à l'astronome, et d'un autre côté pour l'exécution mécanique de l'instrument.

Dans cette cinquième et dernière solution, le rapport r étant très faible, le tube portant le réflecteur ne dépassera pas 2^m ou 3^m dans le plus grand nombre des cas et atteindra au maximum 5^m; pour un miroir de 1^m, par conséquent, les mêmes inconvénients ne se présentent plus. Toutefois nous préférons toujours l'usage du grand miroir M_2 qui permet d'éviter les bandes de diffraction provoquées par les branches métalliques qui servent de supports au petit miroir m.

TABLEAU III.

O.	O'.	O''.	$\frac{m}{\sqrt{2}}$.	m.	M_1.	M_4.	.	d.	δ.
		$p = 0,29$,	$r = 5,89$,	$r' = 5,56$,	P = 0,09.				
30...	28,3	27,1	8,2	11,6	44,4	49,3	167	123	44
40...	37,8	36,2	11,0	15,6	57,5	62,4	222	164	58
50...	47,2	45,2	13,7	19,4	70,7	75,6	278	205	73
60...	56,7	54,3	16,4	23,2	83,9	88,8	334	247	87

Digitized by Google

o.	o'	o''.	$\frac{m}{\sqrt{2}}$.	m.	M_1.	M_2.	f.	d.	δ.
70...	66,1	63,3	19,2	27,1	97,0	101,9	389	287	102
80...	75,6	72,4	21,9	31,0	110,2	115,1	445	328	117
90...	85,0	81,4	24,7	34,9	123,3	128,2	501	370	131
100...	94,4	90,5	27,4	38,7	136,3	141,2	556	410	146

$p = 0,30$, $r = 6,26$, $r' = 5,89$, $P = 0,10$.

30...	28,2	27,0	8,5	12,0	44,1	49,0	177	129	48
40...	37,6	35,9	11,3	16,0	57,3	62,2	236	172	64
50...	47,1	44,9	14,1	19,9	70,4	75,3	295	215	80
60...	56,5	53,9	17,0	24,0	83,4	88,3	354	258	96
70...	65,9	62,9	19,8	28,0	96,5	101,4	413	301	112
80...	75,3	71,9	22,6	32,0	109,6	114,5	471	343	128
90...	84,7	80,9	25,4	35,9	122,7	127,6	530	386	144
100...	94,1	89,9	28,2	39,9	135,7	140,6	589	429	160

$p = 0,31$, $r = 6,65$, $r' = 6,23$, $P = 0,11$.

30...	28,1	26,8	8,7	12,3	44,0	48,9	187	134	53
40...	37,5	35,7	11,6	16,4	57,0	61,9	249	179	70
50...	46,9	44,6	14,5	20,5	70,0	74,9	312	224	88
60...	56,3	53,5	17,4	24,6	83,1	88,0	374	269	105
70...	65,6	62,5	20,3	28,7	96,0	100,9	436	313	123
80...	75,0	71,4	23,2	32,8	109,0	113,9	499	359	140
90...	84,4	80,3	26,2	37,0	122,0	126,9	561	403	158
100...	93,8	89,3	29,1	41,1	135,0	139,9	623	448	175

$p = 0,32$, $r = 7,04$, $r' = 6,58$, $P = 0,11$.

30...	28,0	26,6	9,0	12,7	43,7	48,6	197	140	57
40...	37,4	35,5	12,0	17,0	56,7	61,6	263	187	76
50...	46,7	44,3	14,9	21,2	69,6	74,5	329	233	96
60...	56,1	53,2	18,0	25,5	82,6	87,5	395	280	115
70...	65,4	62,0	20,9	29,6	95,6	100,5	461	327	134
80...	74,7	70,9	23,9	33,8	108,5	113,4	526	373	153
90...	84,1	79,8	26,9	38,0	121,5	126,4	592	420	172
100...	93,4	88,6	29,9	42,3	134,3	139,2	658	467	191

$p = 0,33$, $r = 7,45$, $r' = 6,93$, $P = 0,12$.

30...	27,9	26,4	9,2	13,0	43,6	48,5	208	145	63
40...	37,2	35,2	12,3	17,4	56,4	61,3	277	193	84
50...	46,5	44,0	15,3	21,6	69,3	74,2	347	242	105
60...	55,8	52,8	18,4	26,0	82,1	87,0	416	290	126
70...	65,1	61,6	21,5	30,4	94,9	99,8	485	338	147
80...	74,5	70,4	24,6	34,8	107,9	112,8	555	387	168
90...	83,8	79,2	27,7	39,2	120,8	125,7	624	434	190
100...	93,1	88,0	30,7	43,4	133,6	138,5	693	482	211

Digitized by Google

	O'.	O''.	$\frac{m}{\sqrt{2}}$.	m.	M_1.	M_2.	f.	d.	δ.
			$p = 0{,}34$,	$r = 7{,}87$,	$r' = 7{,}29$,	$P = 0{,}12$.			
30...	27,8	26,2	9,5	13,4	43,3	48,2	219	151	68
40...	37,1	35,0	12,6	17,8	56,1	61,0	292	202	90
50...	46,4	43,7	15,8	22,3	69,0	73,9	365	252	113
60...	55,6	52,4	18,9	26,7	81,8	86,7	438	302	136
70...	64,9	61,2	22,1	31,2	94,5	99,4	511	353	158
80...	74,2	69,9	25,2	35,6	107,3	112,2	584	403	181
90...	83,4	78,7	28,4	40,1	120,0	124,9	656	453	204
100...	92,7	87,3	31,5	44,5	132,8	137,7	729	503	226

Nous avons rigoureusement calculé, dans tous ces divers systèmes, la valeur du diamètre réduit ou la perte que le faisceau lumineux subit en traversant les divers organes de l'instrument coudé.

Quelle que soit la nature de l'appareil donné, une telle perte est inévitable; dans l'équatorial ordinaire, elle est provoquée d'abord par la réflexion sur les quatre surfaces de l'objectif, ensuite par l'absorption des deux disques de verre, le flint et le crown, et enfin la décomposition de la lumière. Une surface plane réfléchit environ 4 pour 100 de la lumière sous l'incidence normale, ce qui fait pour un objectif 16 pour 100; la diminution provenant de l'absorption et de la décomposition pouvant être évaluée à 12 pour 100, la perte totale est à peu près 28 pour 100. Le diamètre réduit est donc pour l'équatorial ordinaire égal à environ $\frac{60}{7}$, mais cette proportion est encore plus forte dans le télescope tel qu'il est construit aujourd'hui en France.

Dans le grand télescope de $1^m,20$ de l'Observatoire de Paris qu'on peut choisir comme type, tous les autres étant faits sur le même plan, la monture du petit miroir central et les branches métalliques qui soutiennent le miroir et le véhicule interceptent la dixième partie de la lumière de l'astre; en outre, le faisceau subit également une diminution notable de 25 pour 100 par la réflexion et par le passage à travers le véhicule, de sorte que le diamètre réduit des télescopes employés actuellement en France atteint au maximum $\frac{50}{6}$.

Chacune des trois solutions possède donc sous ce rapport une supériorité incontestable sur l'ancien système, même en tenant compte de la perte due au troisième miroir. Dans la construction représentée par la *fig.* 10 (p. 279), le diamètre n'est réduit que de

Digitized by Google

la trentième partie de O, quantité relativement peu importante.

Nous pouvons maintenant résumer la valeur relative et les différences des quatre solutions fournies.

Dans les quatre systèmes, le faisceau de lumière pour tous les points du champ possède la même intensité.

Dans la première solution, la surface entière du réflecteur parabolique agit, et l'étendue du champ est obtenue par un agrandissement du miroir plan extérieur; or, pour obtenir une étendue du champ égale à s, l'augmentation de la surface du réflecteur parabolique est simplement $(d + d') \sin s$, tandis que, pour atteindre le même but avec le miroir plan, il faudrait lui donner l'augmentation beaucoup plus considérable $(d + d') \sin s \sqrt{2}$, ce qui occasionne pour la partie optique des frais plus élevés que dans les trois solutions suivantes :

La seconde solution possède sur les autres solutions le petit avantage d'avoir l'ouverture du trou circulaire très faible; mais sous tous les autres rapports elle leur est inférieure.

En prenant comme point de départ l'augmentation du diamètre du réflecteur pour l'agrandissement du champ, la troisième solution est certainement préférable à la seconde et à la quatrième. Elle est cependant inférieure à la première solution, en ce sens que les parties du champ en dehors du centre reçoivent des faisceaux légèrement diaphragmés, tout en ayant la même intensité lumineuse que l'image centrale.

Dans ce cas, les disques stellaires sont légèrement ovales, mais pour un réflecteur de $0^m,60$ par exemple, où le disque stellaire est d'environ $0'',25$, l'inégalité maximum entre les deux axes de ce disque aux limites extrêmes du champ ne dépasse pas deux centièmes de seconde d'arc, altération sans effet.

Au point de vue de l'installation indépendante de l'abri, cette troisième solution présente des difficultés plus grandes que dans la quatrième où la valeur de δ est plus considérable.

La quatrième solution est la moins coûteuse; elle a en outre un avantage que les trois autres ne possèdent pas : c'est que la construction peut être faite de deux manières différentes comme il a été expliqué. Comparée aux deux précédentes, $\sigma - \sigma'$ étant un minimum, la petite déformation du disque mentionnée plus haut sera ici plus faible; mais, en somme, optiquement elle ne doit être placée

Digitized by Google

qu'après toutes les autres solutions, car la valeur de p est notable et le rapport r assez faible.

Nous devons remarquer, en terminant, qu'on aurait pu, dans le système qui repose sur l'emploi d'un grand miroir perforé intermédiaire, laisser le réflecteur parabolique immobile, en donnant aux miroirs M_1 et M_2 les mouvements expliqués précédemment. Mais cette dernière construction ne semble pas avantageuse, parce qu'il pourrait se produire un décentrage dans la position relative des miroirs O, M_1 et M_2.

LES HYPOTHÈSES COSMOGONIQUES;

PAR M. C. WOLF.

[*Suite* (1).]

CHAPITRE I.

Hypothèse de Kant.

Les conceptions de l'illustre Philosophe allemand sur la constitution et le mode de formation de l'Univers ont été exposées dans l'Ouvrage publié en 1755 à Kœnigsberg et à Leipzig, sous le titre : *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels*. Il est divisé en deux Parties. La première Partie traite de la constitution du monde stellaire et en particulier de la voie lactée. Kant y reproduit les idées déjà développées sur ce sujet par Thomas Wright, dans son Livre *An original Theory of the Universe* (Londres, 1750).

La deuxième Partie traite de l'origine du monde planétaire en particulier et des causes de ses mouvements : c'est la seule dont nous ayons à nous occuper ici.

Le principe de l'hypothèse de Kant est renfermé dans l'énoncé suivant : « Dans l'organisation actuelle de l'espace dans lequel circulent les sphères du monde planétaire, il n'existe aucune cause matérielle qui en puisse produire ou diriger les mouvements. Cet espace est complètement vide, ou du moins il est comme s'il était vide. Il faut donc qu'il ait été jadis autrement constitué et rempli d'une matière capable de produire les mouvements de tous les corps qui s'y trouvent et de les rendre concordants avec le sien propre,

---

(1) *Voir* p. 313 de ce volume.

Digitized by Google

par suite concordants les uns avec les autres; après quoi l'attraction a nettoyé cet espace et a rassemblé la matière en des masses isolées; les planètes doivent donc désormais, en vertu du mouvement primitif, continuer librement leur mouvement dans un espace sans résistance. » (P. 95.)

» Je suppose donc que tous les matériaux dont se composent les sphères de notre système solaire, les planètes et les comètes, décomposés à l'origine des choses en leurs éléments primitifs, ont rempli alors l'espace entier dans lequel circulent aujourd'hui ces astres. Cet état de la nature, lorsqu'on le considère en soi et en dehors de tout système, me paraît être le plus simple qui ait pu succéder au néant. A cette époque, rien n'avait encore pris une forme. La formation de corps célestes isolés... constitue un état postérieur. » (P. 95.)

Pour tirer du chaos primitif cet état postérieur, Kant ne fait intervenir que deux forces, l'attraction newtonienne, et une force répulsive sensible seulement à distance très petite, et qui agit surtout quand la matière est réduite à un état de division extrême. « Dans un espace ainsi rempli, le repos ne dure qu'un instant. Les éléments possèdent par essence les forces qui peuvent les mettre en mouvement et qui deviennent pour eux sources de vie. La matière est par suite en effort constant pour se façonner. Les éléments disséminés d'espèce plus dense attirent à eux toute la matière plus légère qui les environne. Eux-mêmes, avec les matériaux qu'ils ont déjà ramassés, se réunissent dans les points où existent des particules d'espèce plus dense encore, et ainsi de suite... La conséquence de ce travail sera la formation de diverses masses qui, une fois créées, resteraient éternellement en repos, équilibrées par l'égalité de leurs attractions mutuelles. » (P. 97.)

Ces divers amas paraissent destinés à former les étoiles ou centres de premier ordre dans l'univers entier. Kant les déclare immobiles, et en effet, en supposant la matière primitive en repos absolu, il serait impuissant à expliquer comment elles pourraient circuler les unes autour des autres sans se réunir en une masse unique.

Un autre oubli des principes de la Mécanique permet ensuite à Kant de concevoir comment une de ces masses peut se mettre en rotation *par elle-même en vertu d'actions intérieures*. Dans

Digitized by Google

cette masse primitive à centre plus dense, les particules éloignées tendent à tomber vers le centre; mais, dans leur chute, elles subissent des déviations latérales par suite des répulsions qu'elles exercent les unes sur les autres. De là des mouvements tourbillonnaires qui se croisent dans tous les sens et sous toutes les inclinaisons. Mais les chocs qui résultent de ces croisements finissent par ne plus laisser subsister que des mouvements circulaires, parallèles et de même sens. Une portion de la matière se trouve ainsi animée d'un mouvement de rotation, dans lequel chaque particule « se maintient à distance constante du centre par l'équilibre de la force centrifuge et de la force de chute ». Mais la plus grande partie de la matière primitive, réduite au repos par les chocs, tombe directement vers le centre où se forme une condensation prépondérante : c'est le Soleil, « bien qu'il n'ait pas encore l'éclat flamboyant qui se produira sur sa surface après sa complète formation. » Tout autour une masse relativement moindre, formée de *particules indépendantes* qui tournent dans des orbites circulaires suivant la troisième loi de Kepler. Par l'effet de la force centrifuge, cette masse s'aplatit de plus en plus, et le plan de rotation de cet ellipsoïde coïncide avec le plan équatorial de la condensation solaire.

Kant suppose ensuite que la même cause qui, dans le sein du chaos primitif, a produit le Soleil, continue à agir dans le sphéroïde tournant; et qu'ainsi se forment, autour de centres d'attraction déterminés, des condensations de matière qui donneront naissance aux planètes. « Mais l'origine des planètes en formation ne doit pas être attribuée uniquement à l'attraction newtonienne; elle agirait trop lentement et trop faiblement, autour d'une particule de si extraordinaire petitesse. Il vaut mieux dire que la première formation s'est produite par la réunion de plusieurs éléments, obéissant aux lois de la combinaison jusqu'à ce que les noyaux ainsi formés soient devenus assez gros et l'attraction newtonienne assez puissante pour continuer à les accroître par son action à distance. » (P. 101, en note.)

Ces noyaux planétaires doivent tourner dans des orbites presque circulaires autour du Soleil et dans le même sens dans lequel celui-ci tourne, car « les planètes sont formées de particules, qui, à la distance du Soleil où elles se meuvent, ont des mouvements exac-

Digitized by Google

tement circulaires; les masses résultant de leur réunion continuent donc les mêmes mouvements, avec la même vitesse et dans le même sens » (p. 102). L'excentricité des orbites vient de ce que les particules, dont la réunion forme une planète, possèdent en réalité des vitesses linéaires différentes. La vitesse tangentielle du corps engendré par ces particules doit en conséquence être différente de celle qui, à la distance du Soleil où se trouve la planète, produirait le mouvement circulaire.

La variété d'inclinaison des orbites provient de ce que le noyau primitif de la planète peut naître accidentellement en un point quelconque du sphéroïde nébuleux et en dehors du plan de son équateur.

La masse et la densité des planètes dépendent essentiellement de leurs distances au Soleil. En effet, d'une part, la densité de la nébuleuse va en croissant du pourtour vers le centre : les planètes extérieures ont donc été formées d'une matière moins dense que les intérieures; mais, d'autre part, la sphère dans laquelle chacune d'elles a pu exercer son attraction et s'emparer de la matière pour augmenter sa masse est d'autant plus grande que le noyau primitif était plus loin du Soleil : les planètes éloignées ont donc plus de masse que les planètes voisines du Soleil. Et Kant fait remarquer que les actions réciproques des planètes ont dû intervenir aussi pour modifier l'étendue de la sphère d'attraction. Ainsi Mars, plus éloigné du Soleil que la Terre, devrait avoir une masse plus grande; mais la présence de Jupiter a singulièrement diminué sa sphère d'action, et il n'a pu acquérir qu'une masse relativement faible. Kant est disposé à admettre une semblable action de Jupiter sur la masse de Saturne. Enfin la petitesse exceptionnelle de Mercure doit être attribuée, non seulement au voisinage du Soleil, mais aussi à celui de Vénus.

Ici se place une très curieuse remarque par laquelle Kant croit pouvoir établir la certitude formelle de son hypothèse. S'il est vrai que le Soleil et les planètes soient formés des mêmes éléments, mélangés dans le Soleil, distribués par ordre de densité dans les diverses planètes, la densité moyenne de celles-ci doit coïncider avec celle du Soleil. Or, adoptant les nombres de Buffon, Kant trouve pour rapport de ces densités celui de 64 à 65; avec les données actuelles, la densité moyenne des planètes est 0,20, celle

Digitized by Google

du Soleil 0,25. Vérification fort singulière de l'hypothèse hardie par laquelle, pour la première fois et sans le secours des méthodes plus récentes d'observation, Kant avait osé affirmer l'identité de constitution du Soleil et des planètes!

« La tendance d'une planète à se former aux dépens des particules matérielles qui environnent son noyau est à la fois la cause de sa rotation axiale et celle de la création des satellites qui doivent tourner autour d'elle. Ce que le Soleil est en grand avec les planètes, une planète l'est en plus petit dans sa sphère d'attraction : elle devient le centre d'un système dont les parties sont mises en mouvement par l'attraction du corps central » (p. 122). La différence des vitesses linéaires que possèdent les particules dont la réunion engendre la nébuleuse planétaire est donc pour Kant la cause de sa rotation et par suite du mouvement des satellites. Mais, en vertu du mode de rotation qu'il a assigné à la nébuleuse solaire, les particules plus éloignées du Soleil ont des vitesses linéaires moindres que celles des particules plus rapprochées; d'où semblerait devoir résulter un mouvement de rotation de la planète et un mouvement de révolution de ses satellites, contraires aux mouvements réels. Il y a là dans la conception du grand philosophe une difficulté qu'il cherche à lever en faisant intervenir des particules plus voisines du Soleil, animées par conséquent d'une vitesse plus grande, qui, attirées de loin par la planète, commenceraient par s'élever au-dessus d'elle suivant une orbite très allongée et retomberaient ensuite en communiquant au satellite en voie de formation un excès de vitesse de l'ouest à l'est. Mais j'avoue n'avoir pu saisir, malgré mes efforts, le sens précis de l'explication de Kant; et M. Zöllner, grand admirateur et ardent défenseur de Kant contre Laplace, ne paraît pas avoir été plus heureux; car il admet nettement, dans le Chapitre de ses *Photometrische Untersuchungen*, qu'il consacre à l'exposition du système de Kant, que la rotation des planètes et le mouvement des satellites devraient être rétrogrades, et que l'explication de Kant est « *unklar und auch unrichtig* » (1).

Il suivrait encore de la théorie que les grosses planètes et les plus éloignées du Soleil pourraient seules avoir des satellites. La

(1) Zöllner, *Photometrische Untersuchungen*, Leipzig, 1865, p. 224.

Digitized by Google

découverte des satellites de Mars est en contradiction avec cette conclusion.

Les comètes, d'après les idées de Kant, appartiennent au système solaire et ont la même origine que les planètes. Elles se distinguent de celles-ci, au point de vue astronomique, par l'excentricité et l'inclinaison de leurs orbites. Or les orbites, selon Kant, doivent se rapprocher d'autant plus de la forme circulaire, qu'elles sont de plus petit rayon, s'en éloigner d'autant plus que l'astre est plus loin du Soleil. C'est pourquoi Saturne, la plus éloignée des planètes connues de son temps, suit une orbite plus excentrique que celles de Jupiter, de la Terre et de Vénus. Si Mars et Mercure font exception à cette règle, cela tient, pour le premier, à l'action perturbatrice de Jupiter; et pour le second, à la résistance offerte à son mouvement par la matière environnant le Soleil, résistance qui a dû diminuer sa vitesse linéaire de translation. S'il existe, comme il est probable, des planètes au delà de Saturne, leurs orbites devront être fortement excentriques (p. 114). Il est vrai que la découverte d'Uranus et de Neptune n'a nullement vérifié cette prédiction de Kant.

Quoi qu'il en soit, pour lui, les comètes se sont formées de la même manière que les planètes, mais à de grandes distances du Soleil, dans des régions où la faiblesse de l'attraction centrale et la rareté du milieu permettaient des mouvements très excentriques, et dans des plans fortement inclinés sur l'équateur solaire. Ces mouvements doivent être en général directs. Kant essaye bien de montrer comment ils pourraient être rétrogrades; mais il tend bien plutôt à regarder de pareils mouvements, reconnus à son époque pour dix-neuf comètes seulement, comme des exceptions et parfois même des illusions d'optique (p. 119).

Les comètes, ainsi créées dans les régions les plus extérieures de la nébuleuse, sont formées d'une matière d'une ténuité extrême. C'est la volatilité de cette matière qui produit la chevelure et la queue de ces astres. Kant assimile cette formation au phénomène de l'aurore boréale : les vapeurs les plus légères de la Terre, chassées des régions équatoriales par la chaleur solaire, se rassemblent au-dessus des régions froides des pôles, y produisent les aurores, et donneraient à la Terre l'aspect d'un astre chevelu, si elles y étaient aussi abondantes que sur les comètes.

Digitized by Google

Le Chapitre V, consacré à la formation de l'anneau de Saturne, offre un très grand intérêt par l'originalité et la hardiesse des idées que Kant émet sur la nature et l'origine de ce mystérieux ornement et sa liaison avec la rotation de la planète.

Saturne, la plus éloignée des planètes, était à l'origine un astre analogue aux comètes; il décrivait une orbite très excentrique et, au voisinage du Soleil, il avait acquis une haute température, qui l'avait enveloppé d'une vaste atmosphère semblable à la chevelure de ces astres. Peu à peu, son orbite s'est rapprochée de la forme circulaire, tout en conservant des traces de son excentricité primitive; la planète s'est refroidie, et c'est pendant cette période qu'a eu lieu la transformation de son atmosphère en un anneau.

Cette transformation est une conséquence de la rotation de Saturne. « Les vapeurs qui s'élevaient de la surface de Saturne conservaient leur mouvement propre et continuaient à circuler librement, à la hauteur où elles étaient montées, avec la vitesse qu'elles avaient acquise comme parties intégrantes de sa surface dans leur rotation autour de son axe. Les particules qui s'élevaient au voisinage de l'équateur de la planète devaient posséder les mouvements les plus rapides; les autres, des mouvements d'autant plus lents que la latitude des points d'où elles étaient parties était plus élevée. Le rapport des densités réglait les hauteurs auxquelles s'élevaient ces particules. Mais seules ces particules pouvaient se maintenir en mouvement circulaire libre et constant, qui étaient soumises, en raison de leur distance à l'axe, à une attraction capable d'équilibrer la force centrifuge résultant de leur rotation autour de l'axe. Les autres, pour lesquelles ce rapport exact n'existait pas, ou s'éloignaient de la planète en vertu de leur excès de vitesse, ou retombaient sur elle si leur vitesse se trouvait en défaut. Les particules, disséminées dans toute l'étendue de la sphère de vapeur, devaient dans leur révolution, en vertu de la loi des forces centrales, venir couper dans un sens ou dans l'autre le plan de l'équateur prolongé de la planète, et, se rencontrant dans ce plan en venant de l'un ou l'autre hémisphère, elles s'y arrêtaient réciproquement et s'y accumulaient. Et comme je suppose que ces vapeurs étaient les dernières qu'émettait la planète pendant son refroidissement, toute la matière vaporeuse a dû se réunir dans un espace resserré au voisinage de ce plan, et laisser vides les

Digitized by Google

espaces situés de part et d'autre. Après cette transformation, toute cette matière continue à se mouvoir librement dans des orbites circulaires concentriques. C'est ainsi que l'atmosphère vaporeuse échange sa forme première de sphère pleine contre celle d'un disque plat qui coïncide avec l'équateur de Saturne. Puis ce disque, sous l'action des mêmes causes mécaniques, prend enfin la forme d'un anneau. Le bord externe de cet anneau est déterminé par la puissance de l'action des rayons solaires, sous l'influence de laquelle les molécules gazeuses se sont disséminées en s'éloignant du centre de la planète, exactement comme elle agit sur les comètes et détermine la limite extérieure de leur atmosphère. Le bord intérieur de l'anneau en formation est déterminé par la grandeur de la vitesse équatoriale de la planète. C'est en effet à la distance de son centre où cette vitesse fait équilibre à l'attraction que se trouve le point le plus rapproché, où des particules parties de sa surface peuvent décrire des cercles en vertu de la vitesse propre dont les a douées la rotation. Les particules plus rapprochées, qui auraient besoin pour un tel mouvement d'une vitesse propre plus grande que celle que possède et peut leur communiquer l'équateur même de la planète, décrivent des orbites excentriques, qui se croisent les unes les autres et détruisent réciproquement leurs mouvements, si bien que finalement elles retombent sur la planète d'où elles étaient parties. » [P. 132 à 134 (1).]

---

(1) M. Faye a annoncé dernièrement à l'Académie (*Comptes rendus*, 21 avril 1884, p. 949) que Kant avait formulé le premier, en 1755, dans sa théorie de l'anneau de Saturne, le théorème suivant sur les atmosphères des corps célestes, généralement attribué à Laplace : « Lorsqu'un corps céleste est animé d'un mouvement de rotation, son atmosphère ne saurait dépasser une certaine limite sans cesser aussitôt d'appartenir à ce corps. Cette limite, dans le plan de l'équateur de la planète, est celle où la force centrifuge fait équilibre à la pesanteur. » J'avoue qu'il m'est impossible de partager l'opinion de M. Faye. Ni dans le Mémoire spécial de Kant sur la théorie du ciel, ni dans la partie cosmogonique des preuves de l'existence de Dieu, je n'ai pu trouver l'énoncé du théorème sur la limite des atmosphères. La limite extérieure des comètes, comme celle de l'anneau de Saturne, est la hauteur à laquelle la chaleur solaire a fait monter la vapeur ; quant à la limite intérieure de l'anneau, elle est bien définie par l'égalité de la force centrifuge et de l'attraction; mais c'est la condition du mouvement circulaire et rien de plus. Les auteurs allemands les plus admirateurs du philosophe de Kœnigsberg, Zöllner, Meydenbauer, Grœtschel n'ont jamais non plus réclamé pour lui la paternité du théorème de Laplace.

Digitized by Google

D'après le mode de formation de cet anneau, il existe un rapport facile à trouver entre sa période de révolution et la durée de rotation de Saturne : car les particules dont il est formé ont conservé, en s'élevant, la vitesse linéaire dont elles étaient animées lorsqu'elles reposaient le long de l'équateur de la planète. Si donc on peut déterminer la période de l'anneau, on en déduira la rotation de Saturne, qui était encore inconnue à l'époque de Kant. C'est le problème que résout notre auteur de la manière suivante. Les particules de l'anneau circulent autour de la planète suivant les lois de Kepler exactement comme les satellites; c'est ce que J.-D. Cassini avait déjà énoncé. Il suit de là que les vitesses dans l'orbite sont entre elles en raison inverse des racines carrées des distances au centre de la planète. En employant les données de Cassini relatives au premier satellite et au rayon intérieur de l'anneau, Kant trouve pour ce bord intérieur une durée de révolution d'environ 10^h; d'où il conclut pour la rotation de Saturne une durée de $6^h\,13^m\,53^s$. Avec les données actuelles, on trouverait 5^h et quelques minutes (Zöllner), presque exactement la moitié de la durée de rotation réelle. Un pareil désaccord refroidit singulièrement l'admiration que certains auteurs allemands voudraient nous faire partager au sujet de la théorie de l'anneau de Saturne.

On ne peut en revanche refuser à Kant l'honneur d'avoir indiqué le moyen de calculer l'aplatissement de Saturne et d'avoir annoncé que l'anneau de cette planète devait se composer de zones concentriques, séparées les unes des autres par des intervalles vides, à une époque où l'existence même de la grande division de Cassini lui était entièrement inconnue.

(*A suivre.*)

SUR UNE CAUSE D'ERREURS SYSTÉMATIQUES DANS LES MESURES D'ÉTOILES DOUBLES;

PAR M. G. BIGOURDAN.

Les travaux de M. O. Struve ont montré que les erreurs systématiques qui affectent les mesures d'étoiles doubles peuvent atteindre des valeurs considérables. En général, on regarde l'observateur comme la seule source de ces erreurs; cependant l'instrument,

Digitized by Google

et plus particulièrement l'objectif peuvent, eux aussi, occasionner des erreurs systématiques, comme le montreront les mesures ci-dessous.

L'équatorial dont je me sers, à l'observatoire de Paris, a un objectif de $0^m,305$ d'ouverture libre, fait par Secrétan, il y a 25 ans environ. Par de bonnes conditions atmosphériques, l'image d'une belle étoile présente un petit disque bien rond, mais les anneaux de diffraction, parfaitement concentriques au petit disque, ne se voient que sur des parties de leur circonférence, ce que l'on attribue à des défauts qui existent dans une portion assez étendue de la matière de l'un des verres; d'ailleurs l'objectif sépare nettement deux étoiles de la 5e à la 7e grandeur et distantes de $0'',6$.

Pour m'assurer si cette discontinuité des anneaux de diffraction n'occasionnait pas des erreurs systématiques dans les mesures d'étoiles doubles, j'ai mesuré souvent et à de courts intervalles les angles de position de quelques étoiles, la lunette étant tantôt à l'ouest de son pied et tantôt à l'est : quand la lunette passe de l'une à l'autre de ces deux positions, l'objectif tourne de 180° autour de son axe optique; les portions visibles des anneaux de diffraction tournent d'autant, et il en résulte un notable changement dans l'aspect des couples qui renferment au moins une étoile brillante (les anneaux ne se voient pas autour des étoiles inférieures à la 6e grandeur).

D'abord ces mesures ne montraient pas de différences bien constantes, lorsque, au mois de mai dernier, je commençai de mesurer, de la même manière, l'angle de position de l'étoile double Σ 1687, couple formé par deux étoiles de 5e et de 8e grandeur, distantes de $1'',4$ et dont l'angle de position égale 66°. Les coordonnées moyennes de cette étoile pour 1884,0 sont

$$\alpha = 12^h 47^m 35^s,4,$$
$$\delta = +21°52'33''.$$

Dès les premières mesures de ce couple il s'est montré une différence nettement systématique et qui s'est toujours maintenue, comme le montre le Tableau ci-après.

A gauche sont les mesures faites avec la lunette à l'ouest du pied; à droite celles qui ont été faites avec la lunette à l'est; toujours j'ai mesuré avec les fils noirs sur champ éclairé.

Digitized by Google

Dans chaque partie, la première colonne contient le jour de l'observation;

La deuxième, le temps sidéral de l'observation;

La troisième, l'oculaire employé : IV, grossit 510 fois; V, 730 fois, et VI, 950 fois;

La quatrième, l'angle de position conclu de six pointés;

La cinquième, l'erreur probable de chaque valeur conclue de l'angle de position;

La sixième, l'état des images, 10 désignant les images parfaites et 1 les images très mauvaises. Les observations où le champ était éclairé par la lumière du jour sont marquées d'un *; dans toutes les autres, le champ était éclairé par une lampe, par l'intermédiaire d'un réflecteur mat et percé, incliné à 45° sur l'axe optique et placé à $0^m,60$ en avant de l'oculaire.

Enfin, la dernière colonne à droite contient les différences des valeurs trouvées pour l'angle de position, la valeur OUEST étant retranchée de sa correspondante EST.

Pour la mesure de l'angle, le couple était amené entre les deux fils du micromètre, placés à la distance qui paraissait la plus commode à l'œil et qui variait avec le grossissement; ensuite on tournait le micromètre jusqu'à ce que les fils parussent parallèles à la ligne des deux étoiles.

Le cercle de position du micromètre n'a qu'un vernier, mais je me suis assuré qu'il n'a pas d'erreur d'excentricité. Le zéro du micromètre, pour ce couple Σ1687, diffère de 0°,15 suivant que la lunette est à l'est ou à l'ouest du pied : pour chaque observation, j'ai employé le zéro déterminé du même côté du pied où cette observation a été faite. Enfin, j'ai pris une autre précaution souvent négligée : les deux fils ne peuvent pas être simultanément dans le plan focal, puisqu'ils passent l'un devant l'autre; la petite distance qui sépare leurs axes n'est pas négligeable, par rapport à la faible distance focale des forts oculaires, et, en général, les deux fils ne paraissent pas également nets : pour éviter l'influence de l'inégale netteté des deux fils, après avoir fait les trois premiers pointés, j'intervertissais les deux fils, de sorte que celui qui était le moins net se trouvait tantôt à droite et tantôt à gauche de l'autre.

Digitized by Google

Observations de Σ 1687.

LUNETTE A L'OUEST.						LUNETTE A L'EST.						Diff.
Date. 1884.	Heure t. sid. P.	Ocul.	Ang. de p. mesuré.	Erreur prob.	État des im.	Date. 1884.	Heure t. sid. P.	Ocul.	Ang. de p. mesure.	Erreur prob.	État des im.	des angl. de pos.
						Mai.						
	h m		°	±			h m		°	±		°
6...	12.16	IV	64,28	0,24	5	6...	12.30	IV	67,65	0,29	7	+3,37
6...	12.40	IV	65,08	0,27	6	6...	12.52	IV	67,50	0,36	6	+2,42
6...	13. 5	IV	64,87	0,29	5	6...	13.15	IV	66,48	0,28	5	+1,61
8...	11.51	V	67,15	0,19	5	8...	12.19	V	68,63	0,47	5	+1,48
8...	11.59	IV	65,42	0,20	5	8...	12.10	IV	67,35	0,55	5	+1,93
9...	11.48	V	64,97	0,26	7	9...	12.17	V	66,62	0,48	5	+1,65
9...	11.57	IV	63,75	0,25	6	9...	12. 8	IV	66,40	0,31	6	+2,65
10...	11.53	V	66,10	0,15	7	10...	12.10	V	65,83	0,29	7	—0,27
10...	12.27	VI	66,38	0,27	6	10...	12.13	VI	65,82	0,29	6	—0,56
10...	13.34	IV	68,22	0,38	7	10...	12.44	IV	67,28	0,31	6	—0,94
11...	13. 2	IV	67,80	0,61	4	11...	13.18	IV	72,83	0,65	4	+5,03
12...	11.45	V	63,02	0,17	7	12...	12. 6	V	65,08	0,21	5	+2,06
12...	11.50	IV	63,04	0,15	5	12...	11.59	IV	65,93	0,34	6	+2,89
12...	13.13	V	65,52	0,28	5	12...	13.40	V	66,68	0,19	7	+1,16
12...	13.22	IV	65,30	0,24	7	12...	13.33	IV	67,57	0,53	7	+2,27
13...	11.22	V	64,75	0,40	6	13...	»	V	»	»	»	»
13...	11.32	IV	63,75	0,30	7	13...	12. 8	IV	67,37	0,08	4	+3,62
13...	11.42	VI	63,70	0,26	4	13...	11.55	VI	66,13	0,37	4	+2,43
14...	12.19	IV	66,53	0,69	3	14...	12.29	IV	68,77	0,44	4	+2,24
16...	11.56	V	64,43	0,43	7	16...	12.20	V	66,47	0,15	7	+2,04
16...	12. 2	IV	64,82	0,27	7	16...	12.13	IV	66,93	0,30	7	+2,11
16...	»	IV	»	»	»	16...	12.48	IV	67,57	0,29	8	»
16. .	13. 9	V	66,27	0,26	5	16...	12.55	V	66,62	0,20	7	+0,35
16...	13.40	IV	67,37	0,29	7	16...	13.17	IV	67,88	0,38	4	+0,51
17...	11.29	V	63,47	0,18	8	17...	11.54	V	66,85	0,26	6	+3,38
17...	11.38	VI	64,58	0,37	6	17...	11.47	VI	67,05	0,15	5	+2,47
17...	12.52	IV	67,53	0,39	5	17...	13. 2	IV	69,57	0,70	5	+2,04
20...	13.12	IV	63,28	0,34	5	20...	12.56	IV	67,22	0,37	6	+3,94
22...	12.30	IV	65,63	0,25	5	22...	12.44	IV	68,63	0,57	5	+3,00
22...	13. 5	V	66,55	0,26	4	22...	12.52	V	67,77	0,39	4	+1,22
23...	12.12	VI	65,57	0,23	8	23...	12.20	VI	67,73	0,29	6	+2,16
23...	12.40	V	65,70	0,52	8	23...	12.27	V	66,83	0,26	6	+1,13
23...	»	V	»	»	»	23...	12.48	V	65,65	0,39	7	»
23...	13. 9	IV	65,18	0,15	7	23...	12.58	IV	67,67	0,35	6	+2,49

Digitized by Google

LUNETTE A L'OUEST.						LUNETTE A L'EST.						diff.
Date 1884.	Heure t. sid. P.	Ocul.	Ang. de p. mesuré.	Erreur prob. des im.	État	Date 1884.	Heure t. sid. P.	Ocul.	Ang. de p. mesuré.	Erreur prob. des im.	État	des angl. de pos.
						Mai.						
	h m		°	±			h m		°	±		°
27...	13. 0	IV	66,20	0,32	7	27...	12.35	IV	67,23	0,29	8	+1,03
27...	12.53	V	65,77	0,24	5	27...	12.43	V	66,32	0,21	5	+0,55
28...	12.45	IV	64,07	0,27	5	28...	12.56	IV	68,28	0,53	5	+4,21
28...	13.15	V	64,37	0,45	4	28...	13. 4	V	66,12	0,23	4	+1,75
29...	12.34	IV	63,67	0,32	6*	29...	12.45	IV	68,00	0,26	6*	+4,33
29...	13.19	IV	62,70	0,82	3	29...	13. 0	IV	68,13	0,37	5	+5,43
31...	12.26	V	63,98	0,55	5*	31...	12.36	V	66,28	0,34	5*	+2,30
31...	13. 8	IV	65,23	0,35	6	31...	12.56	IV	66,40	0,24	6	+1,17
31...	13.30	IV	68,25	0,41	6	31...	13.43	IV	68,98	0,34	6	+0,73
						Juin.						
10...	13.32	IV	67,25	0,23	7*	10...	14.17	IV	69,30	0,18	6	+2,05
11...	13.26	VI	65,30	0,46	7*	11...	14.50	VI	70,33	0,35	3	+5,03
11...	13.33	V	64,80	0,06	6*	11...	13.54	V	70,82	0,28	5	+6,02
11...	13.41	IV	67,10	0,43	7	11...	13.48	IV	71,95	0,59	7	+4,85
12...	13.16	IV	62,47	0,47	8*	12...	13.27	IV	66,62	0,20	7*	+4,15
12...	13.40	IV	63,55	0,29	7*	12...	14.60	IV	66,82	0,41	6	+3,27
12...	13.47	V	64,08	0,24	5	12...	13.58	V	69,12	0,12	5	+5,04
13...	13.29	IV	65,05	0,53	8*	13...	13.36	IV	66,00	0,44	8*	+0,95
13...	13.48	V	65,68	0,24	6*	13...	13.41	V	65,57	0,25	6*	—0,11
13...	13.56	IV	65,12	0,16	6	13...	14.60	IV	67,25	0,39	6	+2,13
14...	13.51	IV	66,55	0,30	6*	14...	14.00	IV	68,07	0,24	6	+1,52
						Mai.						
16(1)	11.49	V	64,68	0,17	8	16...	12.29	V	65,62	0,28	8	+0,94
16...	13.30	IV	63,50	0,54	»	16...	12940	IV	68,73	0,47	8	+5,23
17...	12.19	V	65,45	0,72	5	17...	12.20	V	68,28	0,39	8	+2,83
20...	12.29	IV	63,28	0,97	3	20...	12.48	IV	69,92	0,55	8	+6,64
24...	12.24	IV	63,90	0,28	9	24...	12.33	IV	68,60	0,35	9	+4,70
27...	12.17	V	65,85	0,48	8	27...	12.28	V	66,05	0,22	7	+0,20
28...	13.31	IV	65,03	0,73	4	28...	»	IV	»	»	»	»
30...	12.37	IV	63,62	0,24	6*	30...	12.52	IV	67,07	1,08	6*	+3,45
31...	13.19	IV	65,08	0,28	6*	31...	12.46	IV	67,92	0,82	6*	+2,84

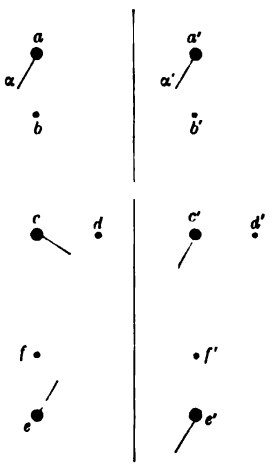
(1) Les mesures suivantes ont été faites par M. L. Fabry.

Digitized by Google

Comme on voit, je n'ai comparé que les observations faites avec le même grossissement et à quelques minutes d'intervalle, par suite à la même hauteur au-dessus de l'horizon et avec la même direction de la ligne des étoiles par rapport à celle des yeux (tenue toujours horizontale). L'observateur doit également être mis hors de cause, car les mêmes différences existent dans les mesures faites par M. L. Fabry; le seul changement a été une rotation de 180° environ de l'objectif autour de son axe optique : c'est donc à l'objectif seul qu'on doit attribuer ces différences systématiques.

Ces différences sont ici considérables, mais les meilleurs objectifs en occasionnent peut-être aussi. Et il importe de noter qu'elles ne s'éliminent point par la détermination de l'équation personnelle au moyen d'étoiles artificielles éloignées, parce que, tandis que dans les mesures sur le ciel l'objectif tourne autour de son axe optique à mesure que l'angle horaire de l'étoile mesurée augmente, dans les mesures d'étoiles artificielles l'étoile seule tourne et non l'objectif.

Fig. 14.



Considérons, par exemple, un couple voisin du pôle, présentant à son passage supérieur l'aspect *ab* (*fig.* 14), et un défaut quelconque venant de l'objectif étant figuré par l'appendice α. Si l'on suit ce couple dans son mouvement diurne, six heures plus tard il présentera l'aspect *cd*, l'appendice α faisant toujours le même

Digitized by Google

angle avec la direction des deux étoiles; à son passage inférieur il présentera l'aspect *ef*. Au contraire une étoile artificielle *a'b'* semblable à *ab* prendra les aspects *c'd'*, *e'f'*, dans lesquels l'appendice α' restera toujours parallèle à lui-même, l'objectif étant fixe.

Le seul moyen d'éliminer cette influence de l'objectif serait de le rendre mobile autour de son axe optique et de former chaque mesure au moyen de six pointés faits dans six positions de l'objectif différentes de 60°. Pour éviter le déplacement de l'étoile dans le champ, il faudrait rendre tout le tube mobile autour de son axe, ce qui serait presque impossible avec les grandes dimensions des instruments actuels. Mais un observateur qui commencerait une longue série de mesures pourrait, par exemple tous les ans, tourner son objectif de 60° et remesurer les mêmes couples que l'année précédente, continuant ainsi jusqu'à ce que chaque couple eût été mesuré dans les six positions de l'objectif.

OBSERVATIONS

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MARSEILLE;

PAR M. STÉPHAN.

Planète (237) Cœlestina.

Date 1884.	Heure de l'obs. T. m. Marseille.	☊ app. de la planète.	♋ app. de la planète	Log. fact. par. en ☊.	Log. fact. par. en ♋	Étoile de comp.
	h m s	h m s	° ′ ″			
Juin 30...	11.43.41	16.17.56,46	109.47.17,7	$\bar{1}$,3748	—0,8831	*a*

Planète (239)

découverte par M. Palisa le 18 août 1884.

Dates 1884.	Heure de l'obs. T. m. Marseille	☊ app. de la planète.	♋ app. de la planète.	Log. fact. par. en ☊.	Log. fact. par. en ♋.	Étoile de comp.
	h m s	h m s	° ′ ″			
Aout 20...	11.44.44	22. 7.54,95	95.43.34.4	—$\bar{2}$,670	—0,8275	*b*
21...	11.59.11	22. 7.10,39	95.50. 4,6	—$\bar{3}$,97	—0,8285	*c*
22...	11.29.45	22. 6.27,15	95.56.31,8	—$\bar{2}$,757	—0,8287	*d*
27...	11.16.44	22. 2.44,74	96.30.22,6	—$\bar{2}$,574	—0,8326	*e*

Digitized by Google

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1884,0.

Étoile.	Noms des étoiles.	Æ.	℘	Autorité.
		h m s	° ′ ″	
a...	ψ Ophiuchus	16.17.18,92	109.45.51,4	(1)
b...	65 Weisse (A. C.) H. XXII	22. 5.45,87	95.42.48,0	Cat. Weisse.
c...	38 Weisse (A. C.) H. XXII	22. 4.23,08	95.46.48,8	Cat. Weisse.
d...	188 Weisse (A. C.) H. XXII	22.11. 3,06	95.57.57,9	(2)
e...	1291 Weisse (A. C.) H. XXL	21.57.25,16	96.27. 3,0	Cat. Weisse.

OBSERVATIONS DE LA COMÈTE BARNARD,

FAITES A L'OBSERVATOIRE D'ALGER, AU TÉLESCOPE DE 0m,50;

PAR M. CH. TRÉPIED.

JUILLET 1884.

Dates.	Étoile de comp.	Grandeur.	Æ ✱ — ★	⑤ ✱ — ★
			m s	′ ″
23.....	5457 B. A. C.	6,5	—13.28,50	+ 3.22,4
25.....	id.	»	— 9. 1,93	+ 2.17,6
26.....	id.	»	— 6.42,43	+ 1.57,3
27.....	id.	»	— 4.16,08	+ 1.47,9
27.....	id.	»	— 4.12,29	+ 1.46,5
28.....	id.	»	— 1.44,88	+ 1.50,9
28.....	id.	»	— 1.41,74	+ 1.50,1
29.....	id.	»	+ 0.50,53	+ 2. 1,3
29.....	id.	»	+ 0.53,17	+ 2. 2,1

AOUT 1884.

8.....	Anonyme.	8,0	— 0.27,90	+ 0. 8,3 (3).
9.....	id.	»	+ 2.58,58	+ 3.34,8
10.....	id.	»	+ 6.30,25	+ 7.20,9
11.....	Wash. zone 16, n° 49.	7,0	+ 3.15,40	— 7. 7,2
12.....	id. n° 50.	7,0	+ 4. 5,25	— 9.24,2
13.....	id. n° 52.	7,0	+ 4.58,01	—10. 1,7

---

(1) Cat. Washington.

(2) ½ (Cat. Washington + Cat. Glasgow).

(3) L'anonyme des 8, 9 et 10 août a été comparée Wash. zone 16, n° 47, gr. 7. On a trouvé :

Anonyme — Wash. zone 16, n° 47 = + 3m19s,45 — 11′14″,1 12:12.

Digitized by Google

Dates.	Étoile de comp.	Grandeur.	Æ ✱ — ★	⏀ ✱ = ★
		JUILLET 1884.		
14.....	Anonyme.	9,0	+ 3.43,88 (m s)	— 2′.51″,0 (¹).
16.....	Wash. zone 16, n° 55.	9,0	+ 2. 4,64	+ 1.42.0
17.....	id. n° 57.	7,0	+ 0.42.38	+10. 9,0

Position des étoiles de comparaison.

JUILLET 1884.

Dates.	Æ moy. 1881,0.	Réd. au j.	⏀ moy. 1884,0.	Réd. au j.	Autorité.
	h m s	s	° ′ ″	″	
23...	16.16.47,16	+3,90	—37.17.36,2	—4,6	B. A. C.
25...	»	+3,87	»	—4,6	id.
26...	»	+3,86	»	—4,7	id.
27...	»	+3,84	»	—4,7	id.
28...	»	+3,83	»	—4,8	id.
29...	»	+3,81	»	—4,8	id.
		AOUT 1884.			
8...	16.45. 2,25	+3,82	—36.48.45,8	—2,0	Washington zones.
9...	»	+3,81	»	—2,0	id.
10...	»	+3,79	»	—2,0	id.
11...	16.55. 6,47	+3,83	—36.41.19,0	—1,1	id.
12...	16.57.54,07	+3,82	—36.34.38,6	—0,8	id.
13...	17. 0.43,60	+3,81	—36.29. 5,5	—0,6	id.
14...	»	+3,79	»	—0,6	id.
16...	17.14.41,95	+3,83	—36.23.51,1	+2,0	id.
17...	17.19.57,58	+3,84	—36.25.24,5	+2,2	id.

Positions apparentes de la comète.

JUILLET 1884.

Dates.	T. m. d'Alger.	Æ app.	Log. f. p.	⏀ app.	Log. f. p.	N. de c.
	h m s	h m s		° ′ ″		
23...	9.28.13	16. 3.22,56	9,405	—37.14.18,4	0,908	10:10
25...	9.13.35	16. 7.49,10	9,306	—37.15.23,2	0,916	5:5
26...	8.50.10	16.10. 8,59	9,184	—37.15.43,6	0,922	5:5
27...	8.42.34	16.12.34,92	9,140	—37.15.53,0	0,924	6:6
27...	9.19.31	16.12.38,71	9,360	—37.15.54,4	0,912	6:6
28...	8.36.33	16.15. 6,11	9,102	—37.15.50,1	0,924	7:7
28...	9. 8.47	16.15. 9,25	9,316	—37.15.50,9	0,916	7:7
29...	8.26.30	16.17.41,50	9,018	—37.15.39,7	0,926	6:6
29...	8.50.46	16.17.44,14	9,219	—37.15.38.9	0,921	7:7

(¹) L'anonyme du 14 août a été comparée à Wash. zone 16, n° 52. On a obtenu :

Anonyme — Wash. zone 16, n° 52 = + 4ᵐ51ˢ,06 — 1′54″,6 6:6.

Digitized by Google

AOUT 1884.

Dates.	T. m. d'Alger.	Æ app.	Log. f. p.	⊕ app.	Log. f. p.	N. de c.
	h m s	h m s		° ′ ″		
8...	8. 3.44	16.47.57,62	8,838	—36.59.53,6	0,927	12:12
9...	8.17.43	16.51.24,09	9,025	—36.56.27,1	0,925	8:8
10...	8.40. 9	16.54.55,74	9,213	—36 52.41,0	0,920	7:7
11...	8.31.40	16.58.25,70	9,156	—36.48.27,3	0,922	10:10
12...	8.49.42	17. 2. 3,14	9,275	—36.44. 3,6	0,917	10:10
13...	9.12.23	17. 5.45,42	9,386	—36.39. 7,8	0,908	8:8
14...(1)	8.32.41	17. 9.22,33	9,169	—36.33.51,7	0,921	6:6
16...(2)	8. 6. 5	17.16.50,42	8,909	—36.22. 7,1	0,925	4:4
17...(2)	8.22. 8	17.20.43,80	9,088	—36.15.13.3	0,923	10:10

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

RADAU (R.). — TABLES DE L'INTÉGRALE $\psi(Z)$. (*Annales de l'Observatoire de Paris,* Mémoires, t. XVIII.) Paris, 1883, Gauthier-Villars; in-4°.

Ces Tables donnent les logarithmes, à sept décimales, de la fonction

$$\psi(Z) = e^{Z^2} \int_Z^\infty e^{-t^2} dt,$$

qui joue un grand rôle dans la théorie des réfractions, dans le calcul des probabilités, et dans diverses questions de Physique mathématique. On y trouve directement $\log\psi(Z)$ pour tous les millièmes de l'argument Z depuis $Z = -0,120$ jusqu'à $Z = +1,000$, et pour tous les millièmes de $\log Z$ depuis $\log Z = 0$ jusqu'à $\log Z = 1$. Elles permettent d'ailleurs d'obtenir $\log\psi(Z)$ à un quart d'unité près de l'ordre du dernier chiffre, les logarithmes approchés par excès étant toujours suivis d'un petit trait. On voit que les nouvelles Tables sont beaucoup plus commodes que celles de Bessel, qui ne donnent $\log\psi$ que pour les centièmes des arguments. Elles sont, en outre, plus exactes, car chez Bessel (comme chez Kramp, qui avait le premier donné des Tables de la fonction ψ),

(1) *Août* 14 : Étendue de la nébulosité : 2′ environ en Æ, et 1′ en ⊕.

(2) Comète très faible; observations très difficiles.

Digitized by Google

la dernière décimale est quelquefois en erreur de plusieurs unités. Ainsi, depuis $\log Z = 0,51$ jusqu'à $\log Z = 0,60$, la septième décimale de Bessel est trop forte de 2 ou 3 unités. Les derniers nombres de la Table III de Kramp (*Analyse des réfractions*, 1799) sont en erreur de quantités qui s'élèvent progressivement jusqu'à 20 unités de la septième décimale.

Dans une Introduction qui précède les Tables, l'auteur explique la manière dont les valeurs numériques de $\psi(Z)$ ont été calculées. Depuis $Z = 2$ jusqu'à $Z = 4$, les séries connues n'étant d'aucun usage, il a eu recours à des formules de réduction fondées sur le développement de la différence

$$\psi(Z) - e^{-m}\psi\left(\sqrt{Z^2 + m}\right)$$

en séries très convergentes, et il indique les valeurs des coefficients de ces développements, qui donnent lieu à des remarques intéressantes.

RADAU (R.). — Sur le développement de l'expression $(1 - 2\alpha z + \alpha^2)^{-k}$. (*Annales de l'observatoire de Paris;* Mémoires, t. XVIII). Paris, 1883, in-4°.

Ce travail, inspiré par les récentes recherches de M. Tisserand, a pour objet l'étude des transformations que l'on peut faire subir aux fonctions $P^{n,k}(z)$ qui naissent du développement

$$(1 - 2\alpha z + \alpha^2)^{-k} = \Sigma \alpha^n P^{n,k}(z),$$

en posant

$$z = \mu \cos x + \nu \cos y, \quad \mu + \nu = 1 \quad \text{et} \quad P^{n,k} = 4 \Sigma \mu^i \nu^j A_{i,j}^{n,k} \cos ix \cos jy.$$

Après avoir démontré à nouveau que, pour $k = \frac{1}{2}$ et pour $k = 1$, les coefficients A s'expriment par des séries hypergéométriques ou par les carrés de séries hypergéométriques, comme on le savait déjà par les travaux de Hansen et de M. Tisserand, l'auteur établit l'expression générale de ces coefficients sous une forme très simple en faisant usage de la notation des factorielles proposée par Vandermonde, d'après laquelle $(a,r)^n = a(a+r)(a+2r)\ldots(a+nr-r)$, l'exposant indiquant toujours le nombre des facteurs. Dans cette notation,

$$A_{i,j}^{n,k} = \frac{(k,1)^n}{i!\,j!\,f!}\left(\frac{\mu^2}{i+1,1} + \frac{\nu^2}{j+1,1} - \frac{1}{k+n-1,-1}\right)^f.$$

En développant ce « trinôme hypergéométrique », on retrouve la série hypergéométrique à deux variables indiquée par M. Appell. L'auteur développe ensuite les coefficients A suivant les puissances as-

Digitized by Google

cendantes ou descendantes de la variable ν, et il réussit à les représenter, soit par une suite de binômes ou séries hypergéométriques ordinaires, soit par une suite de binômes hypergéométriques d'ordre supérieur; c'est cette dernière forme qui donne l'expression la plus simple des coefficients cherchés. Il indique aussi (p. 14) des expressions nouvelles des coefficients $B_{i,j}^{(k)}$ du développement

$$(1 - 2\alpha z + \alpha^2)^{-k} = 4 \Sigma B_{i,j}^{(k)} \mu^i \nu^j \cos ix \cos jy,$$

et il forme (p. 8) l'équation différentielle du troisième ordre que vérifient les coefficients $A^{n,k}$.

SEELIGER (H.). — Die Gestalt des Planeten Uranus (*Bulletin de l'Académie des Sciences de Munich*). Munich, 1884.

Le système d'Uranus étant à peu près perpendiculaire au plan de l'écliptique, il y a lieu de supposer que l'axe de rotation de la planète ne fait qu'un très petit angle avec ce plan, et il s'ensuit que l'aplatissement de son globe ne pourra guère être constaté qu'aux époques où l'axe de rotation est à angle droit avec le rayon vecteur. Il s'est trouvé dans cette position il y a environ quarante ans, et s'y trouve de nouveau en ce moment même. M. Seeliger a profité de cette heureuse circonstance pour essayer de faire quelques mesures micrométriques avec le réfracteur de 10 $\frac{1}{2}$ pouces de l'observatoire de Munich. Pour éviter les erreurs systématiques, d'origine physiologique, que l'on est exposé à commettre lorsqu'on veut comparer des distances mesurées, l'une dans le sens horizontal, l'autre dans le sens vertical, M. Seeliger pense que le meilleur moyen est l'emploi d'un prisme à réflexion totale, qui permet de changer à volonté la direction apparente de la distance à mesurer; le prisme est fixé dans un tube adapté à l'oculaire (la base parallèle à l'axe optique de la lunette). C'est avec cet appareil que M. Seeliger a fait une série de mesures aux mois de février et de mars de cette année.

On sait que W. Herschel a cru remarquer (en 1792 et 1794) un aplatissement sensible du globe d'Uranus. Les mesures que Lamont a faites de 1836 à 1838 lui ont donné $3'',15$ pour le diamètre de la planète; il n'y est pas question d'aplatissement. Mædler, au contraire, a trouvé, un peu plus tard, à Dorpat, un aplatissement de 0,1. Voici ses résultats :

Année.	Gr. diam.	Pet. diam.	Aplatissement.
1842.....	4",249	3",857	1:10,85
1843.....	4,304	3,870	1: 9,92
1845.....	4,423	3,955	1: 9,45

Digitized by Google

Malheureusement les mesures micrométriques de Mædler sont entachées de fortes erreurs systématiques et l'aplatissement qu'il a observé pourrait n'avoir pas d'autre origine. Lassell, en 1852, a trouvé le diamètre égal à 4",126, sans trace d'ellipticité; ses observations de 1865, faites en commun avec Marth, ont donné 3",568. Les observations de Kaiser (1862-1866) donnent 3",68. A Leipzig, le diamètre d'Uranus a été mesuré, à diverses reprises, par Bruhns, Engelmann, Zoellner et M. H. Vogel; les résultats varient entre 3",32 et 3",76; à Bothkamp, M. Vogel a trouvé, plus tard, 3",845. Citons encore les résultats des mesures qui ont été obtenues en 1883 :

W. Meyer, à Genève	3",989	4",015
C.-A. Young, à Princeton.....	4,280	3,970
Schiaparelli, à Milan	3,911	3,555
Millosevich, à Rome.....	3,633	.....

La moyenne de toutes ces déterminations donne 3",823; les observations de M. Schiaparelli indiqueraient un aplatissement de 1:10,90.

Les mesures que M. Seeliger a exécutées avec l'appareil à prisme, destiné à éliminer les erreurs d'origine physiologique, ne laissent reconnaître aucune trace d'un aplatissement sensible. Elles donnent, pour les diamètres correspondant à quatre angles de positions différentes :

23°.....	0",1623
68.....	0,1568
113.....	0,1632
158.....	0,1546
Moyenne.....	0,1629 ± 0,0024 par 28 mesures.

Les variations constatées paraissent dépendre, jusqu'à un certain point, de la position du prisme, mais surtout de l'état de l'atmosphère, car les diamètres apparents sont d'autant plus forts que l'air est plus agité; les nombres obtenus augmentent régulièrement depuis 0,1553 (images très belles) jusqu'à 0,1746 (images mauvaises). Ce n'est pas la première fois que cette influence de l'état d'agitation de l'air a été constatée. La moyenne pondérée donnerait pour le diamètre d'Uranus :

$$0",1575 \pm 0,0018 = 3",915 \pm 0",045.$$

M. Seeliger espère pouvoir reprendre prochainement ces observations, et il recommande l'emploi du prisme à réflexion totale pour les mesures de diamètres planétaires et d'étoiles doubles.

R. Radau.

Digitized by Google

MONTHLY NOTICES.

N° 7; juin 1884.

Newcomb (*S.*). — Sur l'explication des erreurs des Tables de Hansen, indiquée par M. Stone.

Stone (*E.-J.*). — Réponse aux questions de M. Newcomb relativement au changement de l'unité de temps.

Le *Bulletin* a donné dans le numéro d'août un résumé des arguments produits par M. Newcomb et M. Stone; il convient d'attendre la suite de la discussion.

Morrison (*J.*). — Orbite d'un satellite d'une planète supérieure, 13 pages.

L'auteur donne, d'après Bessel et Asaph Hall, le calcul de l'éphéméride d'un satellite, en ajoutant quelques formules de vérification pour le calcul des angles auxiliaires. Dans le second paragraphe, on trouve les expressions des coefficients différentiels de s et p, distance et angle de position, par rapport aux éléments; ces formules sont utiles pour corriger une première orbite. Dans le dernier paragraphe, l'auteur indique le moyen de calculer les époques des plus grandes élongations.

Ajoutons que, si l'on mesurait des différences d'ascension droite et de déclinaison du satellite et de la planète, on serait ramené très simplement au cas précédent de la mesure des distances et angles de position. Pour les satellites, comme pour les astéroïdes, le calcul d'une orbite circulaire peut aussi avoir son utilité (Asaph Hall).

Pratt (*H.*). — Aspect de Saturne en 1884.

Les observations ont été faites, dans les mois de janvier, février et mars, avec un télescope newtonien de 8p environ; les grossissements employés étaient principalement de 450 ou 500; quelques nuits ont été exceptionnellement favorables. Une belle photographie accompagne la note de M. Pratt. Sur la planète, en allant vers le pôle sud, M. Pratt distingue, outre la région équatoriale, qui s'étend au moins à 10° de latitude de chaque côté, quatre bandes successives de largeurs inégales; la plus remarquable est la première. La séparation avec la bande équatoriale est très visible, et elle présente un aspect moutonné. L'étude des anneaux,

Digitized by Google

que M. Pratt poursuit depuis plusieurs années, a révélé des particularités très dignes de fixer l'attention des observateurs. Dans l'anneau A, M. Pratt a noté sans difficulté, à plusieurs reprises, le détail appelé division d'Encke, mais il est d'avis que ce n'est pas une division tranchée, ainsi qu'on l'a représentée parfois : c'est plutôt une ligne de passage d'une teinte à une autre teinte; du reste, la position de cette ligne ne paraît pas fixe, et l'anneau A a une tendance à montrer des apparences striées. Quoi qu'il en soit, M. Pratt a constaté que l'éclat de la zone extérieure de l'anneau A décroît du bord extérieur à la division d'Encke; en général, chacun des anneaux diminue d'éclat à mesure qu'on se rapproche de la planète, comme si les anneaux étaient plus épais dans la partie la plus éloignée. M. Pratt a confirmé cette supposition en examinant plusieurs modèles représentant le globe et les anneaux de Saturne et faisant tomber sur eux la lumière solaire. La division de Cassini, qui sépare l'anneau B de l'anneau A, paraît noire, mais sensiblement moins que l'ombre portée sur l'anneau par le corps de la planète. Il ne paraît y avoir aucune séparation précise entre les anneaux B et C; dans les très belles soirées, on a noté que le dernier anneau présentait des granulations. Des observations relatives à l'excentricité du système des anneaux ne peuvent être passées sous silence : les 11 et 29 février et le 2 mars, M. Pratt a trouvé que le bord intérieur de l'anse précédente était plus près du corps de la planète que celui de l'anse suivante. La possibilité de l'excentricité du système des anneaux n'était pas niée, mais les mesures micrométriques de M. O. Struve et de M. W. Meyer montraient qu'elle n'avait pas d'effet sensible (*Bulletin*, t. I, p. 249).

Common (*A.*). — Petites étoiles voisines d'Alcyon et de β^1 et β^2 Capricorne.

M. Common a trouvé ces étoiles avec son télescope de 3 pieds d'ouverture; il serait intéressant de voir les mêmes objets avec les grands équatoriaux.

Gore (*J.-E.*). — Une nouvelle étoile variable dans Monoceros.

Il s'agit de l'étoile 13627 du Catalogue de Lalande.

Copeland. — Perfectionnements à apporter au cercle méridien.

M. Common a proposé dernièrement d'augmenter la masse et la rigidité de l'instrument; les remarques de M. Copeland sont d'un ordre différent, et leur importance n'échappera pas aux observateurs. Il s'élève

Digitized by Google

avec raison contre la complication du mécanisme à l'oculaire (vis micrométriques, coulisses, etc.) qui est une cause de variation pour les origines des mesures ([1]). Il faudrait réduire l'instrument à un simple tube, support de l'objectif et de la plaque de fils ou de repères, encastré dans un axe assez volumineux; pour plus de sécurité les deux verres de l'objectif seraient collés, et la matière du tube serait choisie pour que la dilatation du tube et de la longueur focale se correspondissent (la fonte ou l'acier remplissent bien cette condition). L'oculaire, les coulisses, le micromètre et l'appareil d'éclairage seraient supportés par un second tube indépendant du premier et l'enveloppant. On mettrait ainsi la partie essentielle de l'instrument à l'abri des variations brusques de température causées par les courants d'air ou la proximité du corps de l'observateur (dans les observations par réflexion).

Quant au cercle divisé, M. Copeland trouve plusieurs avantages à l'avoir en verre. En terminant, il appelle l'attention sur la nécessité d'avoir une température uniforme autour du cercle divisé, et une ventilation suffisante dans le voisinage du bain de mercure pendant les observations par réflexion. En général, il faut éviter le voisinage immédiat des lampes. Il est certain que la présence des courants d'air a une influence très marquée sur les cercles divisés; elle peut parfaitement atteindre une fraction sensible de seconde, et il serait logique sous ce rapport de faire les lectures avec les mêmes précautions que les constructeurs emploient quand ils graduent les cercles, c'est-à-dire en ventilant l'air ambiant. M. Copeland cite à ce sujet les *Annales de l'Observatoire de Leyde*, t. I, p. CIII, où l'on trouvera un intéressant résumé des précautions prises par Pistor et Martins pour graduer les cercles.

Ajoutons qu'on pourra consulter avec fruit le travail de Bessel : *Erste Leistungen eines auf der Königsberger Sternwarte befindlichen Repsold'schen Meridiankreises* (*Astr. Nach.*, t. 21, p. 1), ou *Bessel, Abhandlungen*, Engelmann, t. II, p. 59. Bessel mentionne en passant que dans les ateliers de Gambey il a eu l'occasion de voir un ouvrier occupé à agiter l'air autour du cercle à diviser.

Un autre point serait encore digne de fixer l'attention des astronomes; il concerne la disposition à adopter pour le thermomètre destiné à donner la température de l'air; il semble qu'il reste encore quelque chose à faire de ce côté.

([1]) Ce défaut paraît surtout sensible dans le cas des petits instruments : par exemple, une coulisse un peu dure à déplacer exige un effort de la main qui trouble sans doute la position de l'instrument.

Digitized by Google

Ranyard (*A.-C.*). — Sur les nuages qui se rencontrent parfois sur les photographies du Soleil.

M. Ranyard est porté à croire que les nuages présentés par les belles photographies de M. Janssen à Meudon tiennent à des inégalités de température dans l'intérieur de la lunette plutôt qu'à de véritables nuages solaires. En introduisant dans le tube d'une lunette un morceau de fer chaud, il a constaté que la plage lumineuse produite par une étoile en dehors du foyer perdait son uniformité.

Observations d'étoiles et phénomènes des satellites de Jupiter observés à Oxford (Observatoire de Radcliffe).

Marth (*A.*). — Éphémérides des satellites de Saturne et du satellite de Neptune pour 1884-1885.

Suite des excellentes éphémérides de M. Marth. Pour les cinq satellites intérieurs, Mimas, Encelade, Téthys, Dioné et Rhéa, il n'y a rien de particulier à signaler, sauf à l'égard de Mimas, où il a paru convenable d'introduire une variation empirique dans le moyen mouvement. Dans le cas d'Hypérion, M. Marth ne publie son éphéméride qu'avec réserve, les dernières séries d'observations de Washington ne lui étant pas encore parvenues. (*Voir* A. Hall, *Monthly Notices.*)

THE OBSERVATORY.

Tome VII; Août 1884.

Denning (*W.-F.*). — Les météores d'avril.

Les météores d'avril, que M. Denning désigne sous le nom de *Lyrides*, sont sans doute associés à la comète I de 1861. Cette comète possède une période de quatre cent quinze ans et ne reviendra au périhélie que dans quatre siècles. M. Denning appelle l'attention des observateurs sur l'activité singulière de l'essaim dans les circonstances actuelles; il observe avec raison qu'on ne connaît pas encore suffisamment le mode d'association des comètes et des étoiles filantes; il peut y avoir aussi quelques essaims secondaires.

Hall (*A.*). — Sur les éphémérides d'étoiles fondamentales.

Cet article, extrait des *Astr. Nach.*, n° 2602, a pour objet de recom-

Digitized by Google

mander à la Société astronomique internationale la confection d'un Catalogue d'étoiles horaires qui puisse être adopté comme type et jouer le rôle des *Tabulæ Regiomontanæ* de Bessel. Les différents Catalogues de Berlin, de Paris, de Greenwich et de Washington ont une valeur propre, mais il est désirable d'éviter la confusion.

Hall (*Maxwell*). — Neptune.

Le satellite problématique de Vénus.

M. Houzeau a publié dernièrement un article intéressant dans *Ciel et Terre* (numéro du 15 mai 1884). Il a rassemblé un certain nombre d'observations du satellite supposé, et il est arrivé à la conclusion qu'on pourrait peut-être les concilier en admettant l'existence d'une nouvelle planète (Neith), comprise entre Vénus et la Terre. Mais cette théorie ingénieuse est sujette à de sérieuses difficultés, et l'*Observatory*, sans trancher la question ni décider de la réalité des apparences, constate que le satellite de Vénus demeure une énigme en Astronomie. On lira avec intérêt l'historique de la question dans le recueil anglais.

Correspondance et Notes.

Johnson (*S.-J.*). — Conjonction de Vénus avec le Soleil.

L'auteur donne quelques indications historiques sur les conjonctions observées en 1611 et en 1843. Il mentionne le fait qu'en juillet 1886 il doit y avoir occultation de Vénus par le Soleil.

Trouvelot (*E.-L.*). — Les taches solaires voilées.

Il s'agit d'une Communication récente du P. Perry à la Société royale. M. Trouvelot croit que ce qu'il a appelé autrefois taches voilées correspond aux taches sous-permanentes du P. Perry; les taches voilées du savant anglais seraient de légères ombres sur la surface solaire. M. Trouvelot doit publier bientôt un Mémoire à ce sujet.

Johnson (*S.-J.*). — L'éclipse de Périclès.

Knott (*G.*). — L'étoile variable S Cygne.

Les observations de 1863 à 1877 sont bien représentées au moyen des éléments donnés dans le second Catalogue de Schönfeld; il y a ensuite des écarts systématiques très sensibles.

Nash (*W.-C.*). — État du ciel en Angleterre.

Contrairement à l'opinion récemment émise par M. Doberck, le ciel

Digitized by Google

d'Angleterre n'est pas plus nuageux en automne qu'au printemps (*Bulletin*, t. I, p. 402).

Nouveaux journaux de Météorologie.

L'un est le *Meteorologische Zeitschrift*, publié par la Société météologique allemande; l'autre a pour titre *The american meteorological Journal* et pour éditeur M. W. Harrington d'Ann Arbor.

Transactions de la Société astronomique de Liverpool.

La Société est organisée depuis peu, mais elle a déjà pu commencer la publication des rapports des différentes sections entre lesquelles se partagent les membres de la Société : on a séparé les recherches en quatre branches, suivant qu'elles se rapportent au Soleil, aux planètes, à la Lune ou aux étoiles variables. Le n° 2 des *Transactions* commence par un article de M. E.-W. Maunder, de l'Observatoire Royal de Greenwich, *Observations du Soleil proposées aux amateurs*. M. Maunder montre comment on se tromperait en estimant qu'il ne reste plus rien à étudier dans le Soleil pour les astronomes amateurs depuis que des observations régulières ont été instituées dans plusieurs observatoires. Il ne conseille pas aux amateurs de photographier les taches, de les mesurer, etc., c'est l'affaire des observatoires; mais il reste toute l'étude des détails, tout ce qui correspond à l'étude physique des planètes, bandes, taches, anneaux, aux étoiles variables, aux recherches photométriques... Ainsi M. Maunder mentionne une observation de M. Trouvelot relative à l'ombre portée par les facules et qu'il serait intéressant de répéter; il faudrait examiner de près si toutes les taches sont bien des dépressions et suivre attentivement les relations des facules avec les taches voisines; les mouvements cycloniques des taches et leurs déplacements mutuels sont aussi à surveiller, ainsi que les variations sensibles et subites des taches qui peuvent correspondre à des variations magnétiques (la question n'est pas décidée). MM. de La Rue et Stewart, dans leur Ouvrage : *Researches on Solar Physics*, sont arrivés à ce curieux résultat que les taches avaient en moyenne leur étendue maxima quand elles étaient en opposition avec Vénus et leur étendue minima quand elles regardaient Vénus. Il faudrait aussi savoir si les taches ou les groupes de taches n'éprouvent pas leurs modifications dans les mêmes régions solaires... Pour toutes ces recherches intéressantes, il suffit de définir convenablement la position des taches et de projeter l'image du Soleil sur un écran; M. Maunder cite les beaux travaux de Carrington et les recherches récentes du P. Perry (*Bulletin*, t. I, p. 348). Dans les rapports de la section planétaire, par M. W.-S. Franks, on trouve, accompagnées de

Digitized by Google

dessins, des descriptions de Saturne par MM. Bone, Offord, Saxby Gemmil et Franks; il est fait mention de belles séries de dessins de Mars et de Jupiter par M. Offord et M. Perkins; le P. Perry a fait des mesures sur la division d'Encke. La brochure comprend en outre les rapports de M. W. Goodacre (observation physique de la Lune) et une série d'observations de M. J.-E. Gore, relatives à des étoiles variables.

Le n° 3 des *Transactions* contient la détermination des grandeurs de 500 étoiles par le *Rev. T.-E. Espin*, au moyen de photographies prises à l'observatoire de la Société. Le plan adopté est de permettre aux images de se déplacer sur la plaque sensible, de sorte qu'on a des lignes au lieu de points. Les petites étoiles sont perdues, les grosses étoiles peuvent être surposées; mais, dans l'ensemble, il y a lieu d'être satisfait des résultats, qui s'accordent bien avec les évaluations d'Argelander. M. Espin parle encore de quelques essais de photographie (nébuleuse des Chiens de chasse et amas de l'Écrevisse et des Gémeaux).

Passages sombres des satellites de Jupiter.

Indications empruntées au *Sidereal Messenger*.

Contour apparent de Vénus, aplatissement de la planète; ses taches.

M. Bouquet de la Grye et M. Arago ont communiqué dernièrement à l'Académie des Sciences (*Comptes rendus*, t. XCVIII, n° 23) les premiers résultats de l'étude micrométrique des photographies obtenues par MM. Arago et Chapuis, lieutenants de vaisseau, attachés aux missions françaises du Mexique et d'Haïti. On a adopté la règle de faire trente-deux pointés autour de la planète sur chaque plaque. De l'ensemble des mesures, il résulte que le contour de Vénus offrait à l'époque du passage plusieurs protubérances qui paraissent provenir de l'atmosphère très marquée de la planète. En moyenne, on trouve un aplatissement négligeable, $\frac{1}{300}$ environ. Dans le numéro suivant des *Comptes rendus*, M. Trouvelot rapproche les résultats précédents de ses propres observations sur les taches de Vénus; il pense que la protubérance photographiée n'est autre chose que la tache polaire sud observée par lui. En 1878, peu de temps avant le passage de Vénus à sa conjonction inférieure, M. Trouvelot a vu cette tache en plusieurs occasions, comme si elle était composée de pics nombreux et très brillants se profilant sur le ciel. Le P. Lamey, à Grignon, a fait des observations analogues.

Un nouveau spectrophotomètre.

Dans son dernier Rapport, M. Pickering parlait d'expériences faites avec un instrument de ce genre. Il paraît consister en un spectroscope muni de deux fentes dans lequel le rapport des intensités de deux

Digitized by Google

spectres peut être mesuré au moyen d'un appareil polariseur. M. Pickering emploie ensuite un prisme qui rappelle celui du photomètre de M. Pritchard; seulement on note ici le moment de la disparition de chaque couleur du spectre à mesure que le spectre avance sur le prisme.

Nouvelles nébuleuses.

M. Swift vient de découvrir quelques nébuleuses nouvelles; il se propose de réunir toutes ses observations (1).

COPERNICUS (2).

Tome III; 1883.

Copeland. — Résumé de quelques observations faites à de grandes altitudes dans les Andes, 38 p.

Après avoir observé le passage de Vénus à la Jamaïque, M. Copeland a visité quelques points de l'Amérique du Sud (Pérou et Bolivie) en vue de se rendre compte des avantages que le climat peut procurer aux observations astronomiques. Il conclut qu'il serait parfaitement réalisable d'établir une station temporaire dans les régions élevées qu'il a visitées : Puno, Arequipa, la Paz, le voisinage du lac Titicaca (4000^m environ au-dessus du niveau de la mer). On pourrait s'élever plus haut, sur le Vincocaya, par exemple, mais sans gagner suffisamment en proportion de nouvelles difficultés. Dans les stations indiquées, on peut compter sur neuf mois de beau temps continu; c'est le véritable

---

(1) Le *Copernicus* cesse de paraître avec le présent numéro.

(2) A propos du satellite de Vénus, M. Lynn, dans l'*Observatory*, signalait le peu de renseignements biographiques qu'on possédait sur l'un des observateurs, Montaigne de Limoges, auquel on doit aussi la découverte de trois comètes. M. Bigourdan a consulté les manuscrits de l'observatoire, et voici le seul passage très court qui se rapporte à Montaigne.

« Jacques Leibax Montaigne, astronome de Limoges, né le 6 septembre 1716 à » Narbonne ou dans le diocèse de Narbonne, a été dans sa jeunesse aux Pères de » la Doctrine chrétienne; il y a puisé cette teinture jansénistique qui est son seul » faible, mais il faut bien païer tribut à l'humanité. »

(Extrait d'une lettre de M. de l'Épine à M. Baudoin, maître des requêtes, du 8 may 1772.)

En note : « M. de Lalande a eu communication de ce portefeuille pour sa Bibliographie en juin 1798. » Tout paraît de l'écriture de Messier.

O. C.

Digitized by Google

avantage, car il ne paraît pas que la définition des images l'emporte sensiblement sur ce qu'on obtient habituellement dans les bonnes soirées. Voici les titres des différents chapitres du Mémoire de M. Copeland : Observations d'étoiles doubles, dont quelques-unes peuvent être nouvelles (13 couples); visibilité des étoiles et de Jupiter, à l'œil nu, vers le coucher du Soleil; observations spectroscopiques (ces observations faites avec un spectroscope de Vogel offrent un intérêt spécial; M. Copeland a rencontré plusieurs spectres d'étoiles analogues à celles que MM. Wolf et Rayet ont signalées dans le Cygne); spectre de l'éclair (il s'accorde presque exactement avec plusieurs lignes du spectre de l'azote); observations spectroscopiques des parties violette et rouge du spectre solaire, de la couronne; observations de la lumière zodiacale. A la fin sont réunies en tableaux toutes les observations météorologiques dans les différentes stations. Les Notes de M. Copeland sont remplies de détails intéressants.

Perry. — La chromosphère du Soleil en 1883.

Observations des proéminences solaires.

Todd. — Comparaison des Tables d'Uranus et Neptune, de Le Verrier et Newcomb.

M. Todd compare les longitudes d'Uranus et Neptune déduites des Tables des deux auteurs. Des nombres communiqués, il résulte que les Tables de Le Verrier, surtout pour Neptune, doivent mieux s'accorder avec les observations. (Le Verrier a basé ses Tables de Neptune sur neuf années d'observations de plus que M. Newcomb.)

Notice biographique sur le professeur Klinkerfues.

Cette Notice, due à M. Copeland, est plus étendue que celles qui ont déjà paru.

AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE.

Tome XXVIII; août 1884.

Loomis (*Elias*). — Contributions à la Météorologie. Vingtième Mémoire. Sur la réduction des observations barométriques au niveau de la mer [*suite et fin* (1)].

(1) *Bulletin*, t. I, p. 407.

Digitized by Google

L'éminent météorologiste américain termine son important travail en examinant les observations relatives au grand Saint-Bernard et à Genève, puis au col de Valdobbia et à Alexandrie. Il communique aussi des observations, faites à diverses stations de la base au sommet de l'Himalaya, qui renseignent sur la variation de la température d'une longue colonne d'air. Sa conclusion est que l'hypothèse relative à la température moyenne de la colonne d'air est suffisamment exacte; les désaccords doivent être surtout attribués à la discordance des fluctuations barométriques aux deux stations. La formule de Laplace, d'après ce qui précède, donne l'expression moyenne des faits.

O. C.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, N°s 2605-2607.

Schering (*E.*). — Formules d'approximation nouvelles pour la solution du problème de Kepler.

Weinek (*L.*). — Remarques sur le *run* des microscopes.

Les microscopes de lecture sont toujours disposés de manière qu'un nombre entier de tours de vis corresponde à un nombre rond de secondes; mais la valeur d'un tour de vis est sujette à varier lorsque, sous l'influence de la température ou par suite d'une déformation du cercle, les distances entre le limbe, l'objectif et le micromètre viennent à changer. On appelle *run* l'erreur de la valeur d'un tour de vis qui résulte de ce changement des distances. M. Weinek développe des formules pour la détermination de l'erreur en question.

Krueger (*A.*). — Rectification de la valeur du tour de vis des microscopes micrométriques.

M. Krueger fait observer, à propos de la Note de M. Weinek, qu'il y a tout profit à rectifier la position des microscopes, de manière à diminuer le plus possible l'erreur du tour, et il décrit un petit appareil très simple qu'il a fait construire pour faciliter cette rectification et l'obtenir à coup sûr.

Wierzbicki. — Observations de comètes faites à Cracovie.

Donner (*A.*). — Observations de la comète de 1884, I, à Helsingfors.

Digitized by Google

Benko de Boinik. — Note sur l'étoile D. M. + 7°,3076.

N'ayant pu retrouver cette étoile, M. de Boinik soupçonne une erreur dans les zones de Bonn. Mais il résulte des explications de M. Schoenfeld que l'erreur supposée n'a pu être commise.

Knorre (*V.*). — Découverte d'une nouvelle planète (238).

Barnard (*E.-E.*). — Découverte d'une comète.

Steinheil (*Adolphe*). — Indications sur les objectifs formés de deux lentilles, et sur les moyens d'en reconnaître les défauts.

Les conditions que doit remplir l'objectif peuvent se déterminer en étudiant la marche de deux rayons parallèles à l'axe, qui rencontrent l'objectif, l'un dans le voisinage de l'axe, l'autre près du bord. Ces conditions sont au nombre de cinq : 1° une longueur focale donnée; 2° suppression de l'aberration de réfrangibilité; 3° de l'aberration de sphéricité; 4° de la déformation des images, et 5° de l'inégalité des images de deux couleurs différentes. La longueur focale est la distance entre le second foyer et le second point principal. On remplit la condition 2 (l'achromatisme) en réunissant au même foyer deux des rayons colorés fournis par le rayon incident qui est entré près du bord. Pour satisfaire à la condition 3, il faut réunir au même foyer un rayon du bord et un rayon central, tous deux de même couleur; on choisit la couleur qui répond au maximum d'intensité, par exemple le jaune. Si ces deux rayons ont le même point principal, on a rempli la condition 4; et l'on voit que, les conditions 3 et 4 étant satisfaites à la fois, ils auront même distance focale. Enfin, on aura satisfait à la condition 5 (images de même grandeur pour deux couleurs différentes) quand les deux rayons colorés du bord auront le même point principal; ils auront même distance focale quand les conditions 2 et 5 seront remplies à la fois. En somme, l'objectif a les qualités voulues, quand le rayon central d'intensité maximum, un rayon du bord de la même couleur et un rayon du bord d'une couleur différente ont tous les trois même foyer et même point principal, partant même distance focale. On suppose ici, bien entendu, que le verre est parfaitement homogène, que la monture ne laisse rien à désirer, etc. Pour les calculs relatifs aux conditions théoriques, on pourra se servir avec avantage des formules de M. Seidel, fondées sur la considération des ordonnées d'émergence.

Voici, par exemple, les données complètes pour deux objectifs, l'un du système de Fraunhofer (crown devant), l'autre du système actuel de

Digitized by Google

MM. Steinheil (flint devant). On suppose la longueur focale = 1, l'ouverture = 0,084. Les indices de réfraction employés sont, pour les deux verres :

Crown.....	$n = 1,55683$,	$N = 1,57736$,
Flint.....	$n' = 1,61912$,	$N' = 1,64892$.

	Crown devant.		Flint devant.	
$r_0 =$	+0,54784	crown,	+0,40963	flint.
$d_1 =$	0,01999		0,00901	
$r_2 =$	−0,17199		+0,12987	
$d_3 =$	0,00014		0,00016	
$r_4 =$	−0,17576	flint,	+0,12803	crown.
$d_5 =$	0,00887		0,02020	
$r_6 =$	−2,31251		+5,5002	
$\beta =$	0,98236		0,97807.	

On a désigné par β la distance du foyer à la dernière surface. Les rayons de courbure sont positifs quand les surfaces sont convexes par rapport aux rayons incidents. On voit que ces objectifs ne peuvent être retournés.

Pour étudier l'effet des divers défauts spécifiés sous les n°s 2, 3, 4, 5, M. Steinheil a construit une série d'objectifs dont chacun offre un seul des défauts en question. Il explique comment se manifestent ces défauts lorsqu'on regarde un point lumineux en faisant mouvoir l'oculaire. Il est d'ailleurs bien entendu que l'observateur doit commencer par se rendre compte des défauts de son œil, qui pourraient donner lieu à des erreurs de jugement. La Note de M. Steinheil contient des indications pratiques d'un grand intérêt, mais trop détaillées pour que nous puissions les reproduire ici.

Bruns (*H.*). — Remarques concernant la théorie des perturbations absolues.

L'auteur s'attache à mettre en lumière les difficultés qui surgissent aussitôt qu'il est entendu que les intégrales des équations différentielles, au lieu d'être établies seulement pour des intervalles déterminés, doivent représenter des approximations véritables, qui restent suffisamment exactes pour un temps illimité. Il pense que la plupart des méthodes connues ne sauraient conduire à des approximations de cette nature, et que, s'il est des méthodes qui semblent pouvoir y conduire, il reste encore à le démontrer. On ne pourra le faire sans démontrer d'abord, d'une manière rigoureuse, la stabilité du système solaire. Les difficultés dont il s'agit ici viennent des dénominateurs qui s'introduisent par l'intégration des séries trigonométriques, et qui, dans certains cas, ont pour

Digitized by Google

effet de rendre divergentes les séries qui résultent de l'intégration. Il reste alors à considérer, d'une part la possibilité de faire disparaître les dénominateurs en question, et de l'autre les cas où ces dénominateurs peuvent s'annuler, mais non diminuer indéfiniment, ce qui a lieu lorsque les moyens mouvements sont commensurables.

Millosevich. — Observations de petites planètes, faites à Rome.

Krueger. — Dépêches télégraphiques concernant la comète Barnard.

Folie (*F.*). — Un chapitre inédit d'Astronomie physique.

Les astronomes ont distingué trois formes de l'aberration : l'aberration annuelle (la seule dont on tienne compte dans les calculs de réduction); l'aberration systématique, qui est due au transport du système solaire dans l'espace; enfin l'aberration objective, signalée par M. Houzeau, niée par J. Herschel et par Y. Villarceau, qui provient du mouvement de translation de l'étoile. M. Folie démontre d'abord l'existence de l'aberration objective, qui, d'après sa définition, est analogue à l'aberration planétaire, et, pendant un temps très long, rentre dans la correction du lieu moyen de l'étoile. Il développe ensuite des formules pour le calcul de la parallaxe et de l'aberration systématiques, et il montre que l'aberration systématique, qu'on a tort de traiter toujours comme une constante, peut avoir une grande influence sur la détermination du mouvement propre du système solaire.

Weiss, Oppenheim, Stechert. — Éléments et éphémérides de la comète Barnard.

D'après M. Weiss, il ne serait pas impossible que cette comète fût la comète périodique De Vico (1844, I), dont le retour a été vainement attendu plusieurs fois.

Ambronn (*L.*). — Occultations et culminations lunaires.

M. Ambronn, attaché à l'observatoire maritime de Hambourg, qui a été chargé de la réduction des occultations et des culminations lunaires observées en 1882 et 1883 au Kingawa-Fjord par les membres de l'expédition allemande, désirerait connaître des observations correspondantes.

R.

Digitized by Google

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

NOTE SUR LA DENSITÉ DE LA TERRE,

PAR M. STIELTJES.

Nous considérons la Terre comme composée de couches ellipsoïdales homogènes de révolution. Soient

x le demi-petit axe,
ρ_x la densité d'une couche quelconque.

Nous prendrons pour unité de longueur la valeur de x à la surface et nous désignerons par Δ la densité moyenne de la Terre, enfin par λ la fraction

$$\frac{\int_0^1 x^2 \rho_x dx}{\int_0^1 x^4 \rho_x dx}.$$

Supposons connues les valeurs de Δ et de λ, ainsi que la valeur ρ_1 de la densité à la surface.

Dans ces conditions, il est possible de déterminer une limite inférieure de la densité ρ_0 au centre, en admettant que ρ_x ne croît jamais avec x.

Posons $A = \int_0^1 x^2 \rho_x dx$, $B = \int_0^1 x^4 \rho_x dx$, en sorte qu'on a

$$A = \frac{1}{3}\Delta, \quad B = \frac{\Delta}{3\lambda}.$$

Une intégration par parties donne

$$(1) \qquad 3A - \rho_1 = -\int_0^1 x^3 \rho'_x dx,$$

$$(2) \qquad 5B - \rho_1 = -\int_0^1 x^5 \rho'_x dx.$$

tandis qu'on a évidemment

$$(3) \qquad \rho_0 - \rho_1 = -\int_0^1 \rho'_x dx.$$

Digitized by Google

On en déduit aussitôt

$$(5B-\rho_1)^3(\rho_0-\rho_1)^2-(3A-\rho_1)^5$$
$$=-\int_0^1\int_0^1\int_0^1\int_0^1\int_0^1(x^5y^5z^5-x^3y^3z^3t^3u^3)\rho'_x\rho'_y\rho'_z\rho'_t\rho'_u\,dx\,dy\,dz\,dt\,du.$$

La notation des variables étant arbitraire, on peut dans le second membre permuter de toutes les manières possibles les lettres x, y, z, t, u. On obtient ainsi en tout dix expressions du premier membre, et en prenant la moyenne,

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned}&(5B-\rho_1)^3(\rho_0-\rho_1)^2-(3A-\rho_1)^5\\&\quad=-\int_0^1\int_0^1\int_0^1\int_0^1\int_0^1 T\rho'_x\rho'_y\rho'_z\rho'_t\rho'_u\,dx\,dy\,dz\,dt\,du,\end{aligned}\right.$$

où

$$T=\tfrac{1}{10}(\Sigma x^5y^5z^5)-x^3y^3z^3t^3u^3.$$

Or, si $a_1, a_2, a_3, \ldots a_n$ sont des nombres positifs, on voit facilement que la valeur moyenne de tous les produits de ces nombres trois à trois est supérieure à la troisième puissance de leur moyenne géométrique $\sqrt[n]{a_1a_2\ldots a_n}$. En appliquant cette remarque aux cinq nombres x^5, y^5, z^5, t^5, u^5, on voit que T est toujours positif ou du moins jamais négatif. (En y regardant de plus près, on trouve que T est égal à zéro *seulement* dans les cas suivants :

1° $x=y=z=t=u$;

2° Quand au moins trois des nombres x, y, z, t, u s'évanouissent.

Mais, par hypothèse, la dérivée ρ'_x n'est jamais positive : donc

$$(5B-\rho_1)^3(\rho_0-\rho_1)^2-(3A-\rho_1)^5\geqq 0$$

ou bien

$$\rho_0\geqq\rho_1+\sqrt{\frac{(3A-\rho_1)^5}{(5B-\rho_1)^3}},$$

c'est-à-dire

$$(5)\quad \rho_0\geqq\rho_1+\sqrt{\frac{(\Delta-\rho_1)^5}{\left(\frac{5\Delta}{3\lambda}-\rho_1\right)^3}}=\rho_1+(\Delta-\rho_1)\sqrt{\left(\frac{\Delta-\rho_1}{\frac{5\Delta}{3\lambda}-\rho_1}\right)^3}$$

En adoptant pour Δ la valeur 5,56 d'après MM. Cornu et Baille (*Comptes rendus*, t. LXXVI) et $\rho_1=2,6$, $\lambda=1,9553$, la dernière valeur étant empruntée à M. Tisserand (*Bull. astr.*, t. I, p. 419), on obtient $\rho_0\geqq 7,418$.

Il convient de remarquer que la limite inférieure que nous ve-

Digitized by Google

nons d'obtenir ne saurait être remplacée par une autre plus élevée, parce qu'elle correspond à la distribution suivante de la masse de la Terre :

$$\rho_x = \rho_0, \quad \text{de } x = 0 \text{ jusqu'à une certaine valeur } x = a < 1,$$
$$\rho_x = \rho_1, \quad \text{de } x = a \text{ jusqu'à } x = 1.$$

On trouve alors

$$3A = \rho_0 x^3 + \rho_1(1 - x^3),$$
$$5B = \rho_0 x^5 + \rho_1(1 - x^5)$$

ou bien

$$3A - \rho_1 = x^3(\rho_0 - \rho_1),$$
$$5B - \rho_1 = x^5(\rho_0 - \rho_1).$$

Ces deux équations déterminent les inconnues ρ_0 et x, et il est visible que la valeur de ρ_0 qu'on en déduit coïncide avec la limite inférieure que nous venons d'obtenir.

La valeur de x

$$x = \sqrt{\frac{5B - \rho_1}{3A - \rho_1}} = \sqrt{\frac{\frac{5\Delta}{3\lambda} - \rho_1}{\Delta - \rho_1}}$$

devant être inférieure à l'unité, on doit avoir $\lambda > \frac{5}{3}$, ce qu'on voit aussi par l'inspection des formules (1) et (2).

SUR UNE OBJECTION DE M. STOCKWELL CONTRE LA THÉORIE DU MOUVEMENT DE LA LUNE DE DELAUNAY;

PAR M. CONSTANTIN GOGOU.

Dans un article sur la Lune, publié dans le journal de M. Silliman (*American journal*, t. XX de la 3e série, année 1880), M. Stockwell, en donnant les résultats trouvés par lui pour les coefficients de certaines inégalités, qui se trouvent dans l'expression de la longitude de la Lune, entre autres des deux inégalités ayant pour arguments $2F - l$ et $D + l'$, ou deux fois la distance de la Lune au nœud, moins l'anomalie moyenne, et la longitude de la Lune moins la longitude du périgée solaire, s'efforce de démontrer que les différences entre les valeurs trouvées par lui et celles données par Delaunay, dans sa *Théorie du mouvement de la Lune*, tiendraient à l'existence, dans la *Théorie du mouvement de la Lune* de Delaunay, d'une très grave erreur (*something se-*

Digitized by Google

riously wrong) de méthode, et que la même erreur existerait également dans les théories de la Lune de Laplace, Plana et de Pontécoulant.

Comme M. Stockwell ne pouvait pas comparer directement ses calculs avec ceux de Delaunay, à cause de la différence des méthodes employées par l'un et par l'autre, et arriver de la sorte à voir à quoi tenait la différence des résultats obtenus par lui et par Delaunay, il a cherché à vérifier séparément chacun des résultats, et il s'est dit alors que, si dans les formules finales on annulait les termes qui contiennent en facteur la masse du Soleil, il faudrait que les restes fussent identiquement les mêmes que si au commencement on avait supposé la masse du Soleil nulle. En partant de ce raisonnement, M. Stockwell a considéré spécialement les deux inégalités ayant les arguments ci-dessus indiqués, et qui se trouvent dans l'expression de la longitude de la Lune, donnée par Delaunay, aux pages 811 et 848 du tome II.

La première de ces deux inégalités, celle d'argument $2F - l$ ou $2g + l$, a, d'après Delaunay, dans le mouvement perturbé, la valeur $-39'',5$, et son expression analytique, quand on s'arrête aux premiers termes des séries, est

$$\begin{array}{lllll} -3\gamma^2 e & +\frac{135}{8}\gamma^2 em & +\frac{213}{64}\gamma^2 em^2 & -\frac{8385}{512}\gamma^2 em^3 & +\frac{149363}{2048}\gamma^2 em^4 \\ -68'',45 & +28'',80 & +0'',42 & -0'',16 & +0'',05 \quad = -39'',35. \end{array}$$

La lettre m est mise ici pour le rapport $\frac{n'}{n}$ des moyens mouvements du Soleil et de la Lune. Cette inégalité se trouvait dans le mouvement elliptique, ou non perturbé, avec un coefficient égal à peu près à $+45'',4$, ayant pour expression analytique $+2\gamma^2 e$. Quand on suppose la masse du Soleil nulle, ce qui revient à faire n' ou m égal à zéro, car partout, dans les formules, Delaunay a remplacé m' (la masse du Soleil) par $n'^2 a'^3$ ou $m^2 n^2 a'^3$, le coefficient de l'inégalité qui nous occupe paraîtrait se réduire, comme le prétend aussi M. Stockwell, à $-3\gamma^2 e = -68'',45$, au lieu de se réduire à ce qu'il était dans le mouvement non perturbé, savoir à

$$+2\gamma^2 e = 45'',4$$

En réalité la partie $-3\gamma^2 e$ du coefficient de l'inégalité qui nous

Digitized by Google

occupe est la somme de deux autres parties, $+2\gamma^2 e$ et $-5\gamma^2 e$, c'est-à-dire qu'on a

$$-3\gamma^2 e \sin(2F - l) \text{ ou } -3\gamma^2 e \sin(2g + l)$$
$$= +2\gamma^2 e \sin(2g + l) - 5\gamma^2 e \sin(2g + l).$$

Le terme $+2\gamma^2 e \sin(2g + l)$ est celui qui se trouvait dans le mouvement non perturbé; quant au terme $-5\gamma^2 e \sin(2g + l)$, il s'est introduit dans l'expression de la longitude de la Lune à la suite de la substitution, dans le terme d'argument l, des formules de transformation d'argument $2g$, données par Delaunay à la suite de la 49e opération (p. 788 du tome I).

Or, quand on suppose la masse du Soleil nulle, l'argument $2g$, qui entre dans les formules de transformation, s'annule, et le terme $-5\gamma^2 e \times \sin(2g + l)$, nouvellement introduit, se réduit alors à $-5\gamma^2 e \sin l$, de sorte que ce dernier terme ne modifie plus le terme d'argument $2g + l$, mais bien le terme d'argument l, d'où même il est provenu.

De même, le coefficient de l'inégalité d'argument $D + l'$ ou $h + g + l - h' - g'$, dont l'expression analytique est, d'après Delaunay, dans le mouvement perturbé,

$$\frac{5}{2} e' \frac{a}{a'} - \frac{45}{4} e' \frac{a}{a'} m + \frac{6629}{96} e' \frac{a}{a'} m^2 - \frac{123365}{768} e' \frac{a}{a'} m^3 + \frac{15386965}{9216} e' \frac{a}{a'} m^4,$$
$$22'',13 \quad -7'',45 \quad +3'',42 \quad -0'',60 \quad +0'',46 \quad = 17'',96$$

paraîtrait se réduire, quand on fait $m = 0$, à $\frac{5}{2} e' \frac{a}{a'} = 22'',13$, ce qui serait d'autant plus grave que cette dernière inégalité n'existe point dans l'expression elliptique de la longitude. Mais, ici aussi, le terme $\frac{5}{2} e' \frac{a}{a'} \sin(D + l')$ ou $\frac{5}{2} e' \frac{a}{a'} \sin(h + g + l - h' - g')$ provient du terme d'argument l par la substitution, dans ce dernier terme, des formules de transformation d'argument $h + g - h' - g'$, données par Delaunay à la suite de la quarante-huitième opération (p. 771 du t. I), et, lorsqu'on fait $m = 0$, l'argument

$$h + g - h' - g'$$

s'annule, de sorte que le terme précédent se réduit alors à

$$\frac{5}{2} e' \frac{a}{a'} \sin l,$$

et modifiera le terme d'argument l, tandis que le terme d'argument $D + l'$ s'annulera.

Digitized by Google

On voit par ce qui précède que, pour avoir ce que devient l'expression de la longitude de la Lune, lorsqu'on suppose la masse du Soleil nulle, il ne suffit pas d'annuler, dans les coefficients des inégalités, les termes qui contiennent m en facteur, et qu'il faut tenir compte aussi du changement que subissent les arguments à la suite de cette supposition.

J'extrais ici d'un Mémoire qui paraîtra prochainement dans les *Annales de l'Observatoire* les changements que subissent les termes de la longitude, lorsqu'on suppose la masse du Soleil nulle.

En tenant compte de tous les changements qu'éprouvent les coefficients et les arguments, lorsqu'on suppose la masse du Soleil nulle, nous avons trouvé que la valeur de la longitude donnée par Delaunay au Chapitre VII de sa théorie du mouvement de la Lune se réduit, toutes les réductions étant effectuées, à la suivante :

$$V = h + g + l$$

$$(7)\quad + \left\{ \begin{array}{l} 2e - 5\gamma^2 e - \frac{1}{4} e^3 - \frac{105}{4}\gamma^4 e + \frac{65}{8}\gamma^2 e^3 + \frac{5}{96} e^5 - \frac{1125}{8}\gamma^6 e \\ \quad + \frac{2965}{32}\gamma^4 e^3 - \frac{875}{192}\gamma^2 e^5 \\ \quad + \left(\frac{5}{2} e' - \frac{65}{6}\gamma^2 e' + \frac{15}{16} e^2 e' + \frac{5}{2} e'^3 + \frac{85}{6}\gamma^4 e' - \frac{5}{18}\gamma^2 e^2 e' - \frac{145}{384} e^4 e'\right)\frac{a}{a'} \\ \quad - \left(\frac{165}{16}\gamma^2 e - \frac{15}{64} e e'^2\right)\frac{a^2}{a'^2} - \frac{5}{16} e' \frac{a^3}{a'^3} \end{array} \right\} \times \sin l$$

$$(16)\quad + \left\{ \begin{array}{l} \frac{5}{4} e^2 - \frac{25}{4}\gamma^2 e^2 - \frac{11}{24} e^4 - 25\gamma^4 e^2 + \frac{595}{48}\gamma^2 e^4 + \frac{17}{192} e^6 \\ \quad + \left(\frac{25}{8} e e' - \frac{1025}{48}\gamma^2 e e' + \frac{5}{96} e^3 e' + \frac{25}{8} e e'^3\right)\frac{a}{a'} + \frac{125}{64} e'^2 \frac{a^2}{a'^2} \end{array} \right\} \times \sin 2l$$

$$(23)\quad + \left\{ \begin{array}{l} \frac{13}{12} e^3 - \frac{65}{8}\gamma^2 e^3 - \frac{43}{64} e^5 - \frac{715}{32}\gamma^4 e^3 + \frac{2375}{128}\gamma^2 e^5 \\ \quad + \left(\frac{65}{16} e^2 e' - \frac{455}{12}\gamma^2 e^2 e' - \frac{295}{256} e^4 e'\right)\frac{a}{a'} + \frac{325}{64} e e'^2 \frac{a^2}{a'^2} \end{array} \right\} \times \sin 3l$$

$$(28)\quad + \left\{ \frac{103}{96} e^4 - \frac{515}{48}\gamma^2 e^4 - \frac{451}{480} e^6 + \frac{515}{96} e^3 e' \frac{a}{a'} \right\} \sin 4l$$

$$(33)\quad + \left\{ \frac{1097}{960} e^5 - \frac{5485}{384}\gamma^2 e^5 + \frac{5485}{768} e^4 e' \frac{a}{a'} \right\} \sin 5l$$

Digitized by Google

(36)
$$+\left\{\frac{1223}{960}e^6\right\}\sin 6l$$

(37)
$$+\left\{-\gamma^2-\gamma^4+\frac{11}{4}\gamma^2e^2-\gamma^6-21\gamma^4e^2+\frac{15}{8}\gamma^2e^4+\frac{85}{12}\gamma^2ee'\frac{a}{a'}\right\}$$
$$\times\sin(2g+2l)$$

(44)
$$+\left\{\begin{array}{l}-2\gamma^2e+3\gamma^4e+\frac{17}{4}\gamma^2e^3+\frac{117}{4}\gamma^6e-\frac{431}{8}\gamma^4e^3+\frac{83}{32}\gamma^2e^5\\ -\left(\frac{5}{2}\gamma^2e'-\frac{25}{3}\gamma^4e'-\frac{695}{48}\gamma^2e^2e'\right)\frac{a}{a'}\end{array}\right\}$$
$$\times\sin(2g+3l)$$

(49)
$$+\left\{-\frac{13}{4}\gamma^2e^2+13\gamma^4e^2+\frac{323}{48}\gamma^2e^4-\frac{65}{8}\gamma^2ee'\frac{a}{a'}\right\}\sin(2g+4l)$$

(54)
$$+\left\{-\frac{59}{12}\gamma^2e^3+\frac{767}{24}\gamma^4e^3+\frac{2041}{192}\gamma^2e^5-\frac{295}{16}\gamma^2e^2e'\frac{a}{a'}\right\}\sin(2g+5l)$$

(57)
$$+\left\{-\frac{115}{16}\gamma^2e^4\right\}\sin(2g+6l)$$

(58)
$$+\left\{\begin{array}{l}2\gamma^2e-3\gamma^4e+\frac{3}{4}\gamma^2e^3-\frac{117}{4}\gamma^6e+\frac{171}{8}\gamma^4e^3-\frac{265}{96}\gamma^2e^5\\ \qquad+\left(\frac{5}{2}\gamma^2e'-\frac{25}{3}\gamma^4e'+\frac{205}{48}\gamma^2e^2e'\right)\frac{a}{a'}\end{array}\right\}$$
$$\times\sin(2g+l)$$

(63)
$$+\left\{-\frac{3}{4}\gamma^2e^2+3\gamma^4e^2-\frac{17}{16}\gamma^2e^4-\frac{15}{8}\gamma^2e^2e'\frac{a}{a'}\right\}\sin 2g$$

(68)
$$+\left\{-\frac{1}{12}\gamma^2e^3+\frac{13}{24}\gamma^4e^3-\frac{25}{192}\gamma^2e^5-\frac{5}{16}\gamma^2e^2e'\frac{a}{a'}\right\}\sin(2g-l)$$

(71)
$$+\left\{-\frac{1}{24}\gamma^2e^4\right\}\sin(2g-2l)$$

(72)
$$+\left\{-\frac{9}{320}\gamma^2e^5\right\}\sin(2g-3l)$$

(73)
$$+\left\{\frac{1}{2}\gamma^4+\gamma^6-\frac{27}{4}\gamma^4e^2\right\}\sin(4g-4l)$$

Digitized by Google

(78)
$$+\left\{2\gamma^4 e-\gamma^6 e-\frac{65}{4}\gamma^4 e^3+\frac{5}{2}\gamma^4 e'\frac{a}{a'}\right\}\sin(4g+5l)$$

(81)
$$+\left\{\frac{21}{4}\gamma^2 e^2\right\}\sin(4g+6l)$$

(82)
$$+\left\{-2\gamma^4 e+\gamma^6 e+\frac{25}{4}\gamma^4 e^3-\frac{5}{2}\gamma^4 e'\frac{a}{a'}\right\}\sin(4g+3l)$$

(85)
$$+\left\{\frac{11}{4}\gamma^4 e^2\right\}\sin(4g+2l)$$

(86)
$$+\left\{-\frac{17}{12}\gamma^4 e^3\right\}\sin(4g+l)$$

(87)
$$+\left\{-\frac{1}{3}\gamma^6\right\}\sin(6g+6l)$$

(88)
$$+\left\{2\gamma^6 e\right\}\sin(6g+5l).$$

Les lettres a, e, γ, qui entrent dans la valeur précédente, avaient une signification entièrement déterminée dans les formules du mouvement elliptique qui ont servi à Delaunay pour point de départ; mais, à l'exception de la lettre a qui n'a subi aucun changement, les deux autres n'ont plus conservé, dans l'expression que nous venons de donner à la valeur de V, la signification primitive. Pour la leur rendre, nous devons faire une transformation destinée à ramener :

1° Le coefficient de $\sin l$, dans le terme (7), prèmier terme de l'équation du centre, à avoir la même expression

$$2e-\frac{1}{4}e^3+\frac{5}{96}e^5,$$

que dans les formules du mouvement elliptique;

2° Le coefficient de $\sin(2g+2l)$, dans le terme (37), à avoir également la même expression

$$-\gamma^2-\gamma^4+4\gamma^2 e^2-\gamma^6+4\gamma^4 e^2-\frac{55}{16}\gamma^2 e^4$$

que dans les formules du mouvement elliptique.

Digitized by Google

Pour cela, il faudra remplacer :

e par

$$e + \frac{5}{2}\gamma^2 e + \frac{155}{8}\gamma^4 e - \frac{25}{4}\gamma^2 e^3 + \frac{2425}{16}\gamma^6 e - \frac{2325}{16}\gamma^4 e^3 + \frac{75}{8}\gamma^2 e^5$$
$$- \left(\frac{5}{4}e' - \frac{55}{24}\gamma^2 e' + \frac{15}{16}e^2 e' + \frac{5}{4}e'^3 + \frac{1705}{96}\gamma^4 e' - \frac{1975}{288}\gamma^2 e^2 e'\right)\frac{a}{a'}$$
$$+ \left(\frac{165}{32}\gamma^2 e + \frac{105}{64}ee'^2\right)\frac{a^2}{a'^2} + \frac{5}{32}e'\frac{a^3}{a'^3},$$

γ^2 par

$$\gamma^2 - \frac{5}{4}\gamma^2 e^2 - \frac{35}{4}\gamma^4 e^2 + \frac{15}{8}\gamma^2 e^4 + \frac{5}{24}\gamma^2 ee'\frac{a}{a'}.$$

En partant de ces deux formules, et en effectuant les substitutions indiquées par elles dans l'expression de V, précédemment donnée, on retrouve exactement la valeur de la longitude de la Lune telle qu'elle est dans le mouvement elliptique, et cela contrairement à l'assertion de M. Stockwell, ce qui confirme la rigueur de la méthode employée par Delaunay, et l'exactitude de ses calculs.

QUELQUES REMARQUES SUR LA THÉORIE DE L'ABERRATION D'YVON VILLARCEAU;

PAR M. FOLIE.

Dans une étude remarquable sur l'aberration [1], le très regretté Yvon Villarceau est arrivé à cette conclusion :

Que le mouvement du système solaire a pour effet, et pour effet *unique*, dans les formules de l'aberration, de modifier l'expression du coefficient de l'aberration, lequel ne serait plus une constante pour toutes les étoiles. Cette expression serait, d'après le célèbre astronome, le rapport de la vitesse de la Terre dans son orbite à la résultante de la vitesse de la lumière et de la vitesse de transport du système solaire. En d'autres termes, si V représente la vitesse de la lumière, v la vitesse de la Terre dans son orbite, v' celle du système solaire, (V, v') la résultante des deux vitesses V et v', le coefficient d'Yvon Villarceau sera $\frac{v}{(V, v')}$.

Comme c'est là un point de doctrine de la plus haute impor-

[1] Addition à la *Connaissance des Temps pour* 1878.

Digitized by Google

tance, on nous permettra peut-être de présenter à ce sujet quelques observations.

La première, c'est qu'Yvon Villarceau a complètement omis les termes mêmes provenant de l'aberration systématique. A-t-il considéré celle-ci comme une constante rentrant dans la correction du lieu moyen, c'est ce qu'il ne dit pas. Nous verrons, au surplus, que cette manière de voir, généralement admise, n'est pas absolument exacte.

La seconde observation que nous avons à présenter se rapporte à l'expression même du coefficient de l'aberration.

A priori, nous comprenons que ce coefficient puisse être égal à $\frac{v}{V}$, de même que nous comprendrions qu'il pût être égal à

$$\frac{v}{(V, v, v', v'')},$$

expression dans laquelle le dénominateur représente la résultante de la vitesse de la lumière et de la vitesse totale de la Terre, vitesse totale qui est la résultante de sa vitesse dans son orbite, de la vitesse de transport du système solaire et de la vitesse de rotation du lieu de l'observation. Mais, *a priori*, nous ne concevons pas bien que ce coefficient puisse être $\frac{v}{(V, v')}$.

Montrons comment, en effet, le coefficient $\frac{v}{(V, v, v', v'')}$ peut intervenir, et, pour cela, reprenons rapidement la formule de l'aberration complète, provenant du mouvement total du point d'observation, en laissant de côté l'aberration objective, niée par Herschel et par Yvon Villarceau, c'est-à-dire celle qui pourrait provenir du mouvement propre ou réel de l'étoile.

Supposons donc une étoile absolument fixe S.

Il est évident que, si nous attribuons à l'univers tout entier un mouvement égal et de sens contraire à celui que possède le point d'observation T, au moment où il reçoit un rayon lumineux ST émané de cette étoile, ce point sera réduit au repos, et que la vitesse ST du rayon lumineux aberré sera la résultante de la vitesse du rayon non aberré ST′ et de la vitesse SS′ égale et contraire à celle du point d'observation ; peu importe que l'on adopte la théorie de l'émission ou celle des ondulations.

Ou bien, l'étoile est vue dans une direction TS, qui est la résul-

Digitized by Google

tante de la direction vraie TS′ et de celle TT′ du point d'observation.

Il n'est rien de plus aisé que la traduction en formules de ce théorème.

Si nous employons les lettres x au lieu des lettres v pour représenter les projections des vitesses précédentes sur l'axe des x et X_1 pour désigner la projection de leur résultante V_1, nous aurons

$$X_1 = X + x + x' + x'', \ldots.$$

En appelant maintenant α_1, δ_1 les coordonnées apparentes, c'est-à-dire celles qui sont affectées de l'aberration; et α, δ les coordonnées vraies de l'étoile; A, D; A′, D′; A″, D″ celles des points vers lesquels se dirige le lieu d'observation en vertu de la vitesse de la Terre dans son orbite, de la vitesse de transport du système solaire, et de la vitesse de rotation de ce lieu, les formules précédentes pourront s'écrire :

$$(1) \quad \begin{cases} V_1 \cos\alpha_1 \cos\delta_1 = V \cos\alpha \cos\delta + \Sigma v \cos A \cos D \\ V_1 \sin\alpha_1 \cos\delta_1 = V \sin\alpha \cos\delta + \Sigma v \sin A \cos D \\ V \sin\delta_1 \qquad = V \sin\delta \qquad + \Sigma v \sin D, \end{cases}$$

formules dans lesquelles les symboles tels que $\Sigma v \cos A \cos D$ représentent

$$v \cos A \cos D + v' \cos A' \cos D' + v'' \cos A'' \cos D''.$$

Elles s'écrivent plus simplement, si l'on en divise tous les termes par V, et qu'on désigne par a_1, a, a', a'' les quotients respectifs $\frac{V_1}{V}$, $\frac{v}{V}$, $\frac{v'}{V}$, $\frac{v''}{V}$:

$$\begin{aligned} a_1 \cos\alpha_1 \cos\delta_1 &= \cos\alpha \cos\delta + \Sigma a \cos A \cos D \\ a_1 \sin\alpha_1 \cos\delta_1 &= \sin\alpha \cos\delta + \Sigma a \sin A \cos D \\ a_1 \sin\delta_1 \qquad &= \sin\delta \qquad + \Sigma a \sin D. \end{aligned}$$

Ces formules complètes de l'aberration des fixes ne diffèrent, comme on le voit, des formules habituellement usitées, que par le terme en a', qui provient de l'aberration systématique, terme dont Yvon Villarceau n'a, pas plus que les autres astronomes, tenu compte dans sa théorie. Ceux-ci disent à la vérité que ce terme est une constante, qui rentre, par conséquent, dans la correction du lieu moyen. Mais cela n'est exact que pour une période de temps de quelques années seulement, si même le Soleil se meut unifor-

Digitized by Google

mément vers un point absolument fixe ; car les variations que les coordonnées de ce point, rapportées à l'équateur, subissent en vertu de la précession, produisent à la longue, dans les coordonnées A′ et D′ de ce point, des variations qui altéreront d'une manière sensible les termes dus à l'aberration systématique. Ces termes ne sont donc nullement négligeables dans la recherche même du mouvement du système solaire, et c'est à tort que les astronomes les ont omis dans cette recherche.

Telle est notre première observation sur la théorie d'Yvon Villarceau. Mais s'agit-il simplement du calcul des formules de l'aberration annuelle, c'est-à-dire d'une période d'une année seulement, il est évident que ces termes pourront être considérés, pour toutes les étoiles, comme des constantes rentrant dans la correction du lieu moyen. Cela étant, si nous omettons les termes très petits de l'aberration diurne, que l'on peut calculer séparément, les formules de l'aberration géocentrique se réduisent à

$$\begin{aligned} a_1 \cos \alpha_1 \cos \delta_1 &= \cos \alpha \cos \delta + a \cos A \cos D, \\ a_1 \sin \alpha_1 \cos \delta_1 &= \sin \alpha \cos \delta + a \sin A \cos D, \\ a_1 \sin \delta_1 &= \sin \delta + a \sin D. \end{aligned}$$

Il est à remarquer à ce sujet que, tout en ayant fait abstraction, dans ces formules, de l'aberration systématique et de l'aberration diurne, nous y rencontrons néanmoins dans a_1 la vitesse totale du rayon lumineux aberré, résultante de la vitesse de la Terre dans son orbite, de sa vitesse systématique, de la vitesse de rotation du lieu d'observation, et de la vitesse absolue de la lumière; a_1 en effet est le rapport de cette vitesse totale à la vitesse de la lumière. Dans la théorie d'Yvon Villarceau, on ne rencontre, au contraire, que la résultante de la vitesse systématique de la Terre et de la vitesse de la lumière; et c'est sur ce point que porte notre seconde observation.

Mais de ce que nous rencontrons dans nos formules cette vitesse totale du rayon lumineux aberré, s'ensuit-il qu'elle figure dans les expressions des variations produites par l'aberration dans les coordonnées des étoiles ? En d'autres termes, le coefficient de l'aberration serait-il, comme l'affirme Yvon Villarceau, une quantité qui dépendrait de ces coordonnées mêmes ?

Évidemment, oui, si l'on veut exprimer les variations des coor-

Digitized by Google

données en fonction des coordonnées apparentes, comme l'a fait, très rationnellement du reste, Yvon Villarceau, puisque les coordonnées vraies sont inconnues.

Nullement, au contraire, si, comme c'est l'usage, moins rationnel, on exprime les variations des coordonnées en fonction des coordonnées vraies.

De notre dernier système d'équations on déduit en effet aisément :

1° $$\cot(\alpha_1 - \alpha) = \cot(\alpha_1 - A) - \frac{a_1}{a}\frac{\cos\delta_1}{\cos D \sin(\alpha_1 - A)},$$

2° $$\cot(\alpha_1 - \alpha) = \cot(A - \alpha) + \frac{1}{a}\frac{\cos\delta}{\cos D \sin(A - \alpha)}.$$

Dans la première de ces formules, le coefficient de l'aberration annuelle géocentrique serait $\frac{a}{a_1} = \frac{v}{(V, v, v')}$, qui diffère de celui d'Yvon Villarceau, $\frac{v}{(V, v')}$, par l'omission, dans ce dernier, de la vitesse de la Terre dans son orbite, omission dont nous avons signalé, *a priori*, l'incorrection dès le début de cet article. Dans la seconde, le coefficient de l'aberration annuelle est la constante $a = \frac{v}{V}$.

Au fond, comme on le voit, à part l'omission que nous venons d'indiquer, il n'y a pas d'autre différence entre la théorie d'Yvon Villarceau et la théorie ordinaire, que celle qui résulte du mode d'élimination entre les équations qui expriment les coordonnées apparentes en fonctions des coordonnées vraies.

Nous ajouterons encore que, comme l'aberration géocentrique est une pure abstraction, sauf pour les pôles de la Terre, l'expression du coefficient $\frac{a}{a_1}$ est en réalité $\frac{v}{(V, v, v', v'')}$, dans laquelle v'' est la vitesse de rotation du lieu d'observation, de sorte qu'en théorie ce coefficient est même variable avec la distance de ce lieu aux pôles; en pratique, la différence entre ce coefficient et le précédent est tout à fait négligeable.

Nous avons omis, à dessein, de nous occuper des étoiles à mouvement propre réel. Si l'aberration *objective* existe, la vitesse propre de l'étoile devra évidemment se composer également avec les trois vitesses de la Terre pour obtenir la vitesse résultante du rayon aberré.

Digitized by Google

Remarque. — On peut déduire la théorie de M. Villarceau des équations (1); on a, en posant

$$(2) \qquad V\cos\alpha\cos\delta + v'\cos A'\cos D' = V_0\cos\alpha_0\cos\delta_0 :$$

$$(3) \qquad V_1\cos\alpha_1\cos\delta_1 = V_0\cos\alpha_0\cos\delta_0 + v\cos A\cos D$$

M. Villarceau est amené à considérer la direction $\alpha_0\,\delta_0$ comme la direction moyenne non affectée de l'aberration. Dans cette supposition, on tire de (3) les formules ordinaires de l'aberration annuelle; seulement, dans la constante de l'aberration, V est remplacé par V_0, et en négligeant $\left(\frac{v'}{V}\right)^2$, on tire aisément de (2)

$$V_0 = V + v'\cos\zeta$$

où ζ désigne l'angle avec les deux directions $\alpha\delta$, $A'D'$.

F. T.

LETTRE DE M. A. HALL.

« Washington, 1884, septembre 30.

» Je trouve par mes observations faites à Washington, du 20 au 28 septembre de l'année présente, que les éphémérides de Mimas et Hypérion données par M. Marth (*Monthly Notices*, juin 1884), sont à très peu près exactes : il sera donc possible d'avoir de bonnes observations de ces deux faibles satellites, durant l'opposition favorable de Saturne qui va avoir lieu prochainement.

» En calculant les perturbations d'Hypérion par Titan, calcul dont on a rendu compte dans le numéro d'août du *Bulletin astronomique*, j'ai oublié de rappeler que M. Tisserand avait déterminé une limite supérieure de la masse de Titan (*Annales de l'observatoire de Toulouse*, t. I, p. 45.A); cette limite est la $\frac{1}{11000}$ partie de la masse de Saturne.

LES HYPOTHÈSES COSMOGONIQUES;

PAR M. C. WOLF.

[*Suite* (1).]

Kant aborde enfin la question très intéressante de savoir pourquoi, parmi les planètes, Saturne seul possède un anneau. La réponse est aisée si l'on se reporte au mode théorique de formation

(1) *Voir* p. 313 et 431 de ce volume.

Digitized by Google

de cet anneau. Soient g la pesanteur à la surface de la planète, r le rayon équatorial de celle-ci; l'attraction exercée à une distance R sera $g\frac{r^2}{R^2}$. Si une particule s'élève de l'équateur, où elle possède la vitesse v, à cette distance R, en conservant inaltérée sa vitesse primitive, la force centrifuge développée par la rotation deviendra $\frac{v^2}{R}$. Pour que la particule s'arrête à la distance choisie R et décrive un cercle autour du centre de la planète, il faut que

$$g\frac{r^2}{R^2} = \frac{v^2}{R} \quad \text{ou que} \quad \frac{R}{r} = g\frac{r}{v^2},$$

c'est-à-dire que la distance R est au rayon de la planète comme la pesanteur à la surface est à la force centrifuge à l'équateur. D'après cela, Kant calcule que la distance R, ou le rayon intérieur de l'anneau, serait pour Jupiter 10 fois et pour la Terre 289 fois le rayon de la planète : or, dit-il, la matière de la planète aurait de la peine à s'élever à de pareilles hauteurs (1).

---

(1) A la fin du cinquième Chapitre, Kant revient sur cette idée de l'existence d'un anneau autour de la Terre, et se laissant aller à son imagination, il entrevoit dans la rupture de cet anneau la cause du déluge mosaïque. Je crois être agréable au lecteur en mettant sous ses yeux cette page fort curieuse de l'œuvre de Kant : « Ne pourrait-on pas, dit-il, se figurer que la Terre, aussi bien que Saturne, a autrefois possédé un anneau?... Quelles ne seraient pas les conséquences à faire sortir d'une pareille idée : un anneau autour de la Terre! Quel magnifique spectacle pour les êtres créés en vue d'habiter la Terre comme un paradis; quelle foule d'avantages pour ces heureuses créatures, à qui la Nature souriait de toutes parts! Mais ceci n'est rien encore auprès de la confirmation qu'une telle hypothèse peut emprunter au témoignage de l'histoire de la Création, confirmation qui ne peut être de peu de poids pour enlever le suffrage des esprits qui ne croient pas dégrader la Révélation, mais bien plutôt lui rendre hommage, lorsqu'ils la font servir à donner une forme aux divagations même de leur imagination. L'eau du firmament, dont parle le récit de Moïse, n'a pas peu embarrassé les commentateurs. Ne pourrait-on faire servir l'existence de l'anneau de la Terre à écarter cette difficulté? Cet anneau était sans aucun doute formé de vapeur d'eau; qui empêcherait, après l'avoir employé à l'ornement des premiers âges de la création, de le briser à un moment déterminé, pour châtier par un déluge le monde qui s'était rendu indigne d'un si beau spectacle? Qu'une comète, par son attraction, ait apporté le trouble dans la régularité des mouvements de ses parties; ou que le refroidissement de l'espace ait condensé ses particules vaporeuses et les ait, par le plus effroyable des cataclysmes, précipitées sur la Terre; on voit aisément les conséquences de la rupture de l'anneau. Le monde entier se trouva sous l'eau, et dans les vapeurs étrangères et subtiles

Digitized by Google

Kant termine l'exposition de son système cosmogonique par quelques considérations sur la nature de la lumière zodiacale : « Le Soleil est entouré d'une matière subtile et vaporeuse, qui s'étend assez loin dans le plan de son équateur sous une faible épaisseur, sans qu'on puisse affirmer si, comme le suppose de Mairan, elle a la forme d'une lentille en contact avec le Soleil, ou si elle en est séparée de toute part comme l'anneau de Saturne. Quoi qu'il en soit de ce dernier point, la vraisemblance est que ce phénomène est comparable à l'anneau de Saturne, et qu'on peut lui attribuer une origine semblable. » (P. 148.)

Il n'est pas sans intérêt de connaître l'opinion que se faisait Kant de l'origine de la chaleur solaire : « Puisque le Soleil aujourd'hui et, d'une manière générale, les soleils sont des sphères enflammées, la première propriété de leur surface qu'il faut en déduire, c'est qu'il doit y exister de l'air; car le feu ne brûle pas sans air. Cette condition donne lieu à des conséquences remarquables; car, si l'on considère d'abord l'atmosphère du Soleil et son poids relativement à la masse du Soleil, dans quel état de compression ne doit pas se trouver cet air, et quelle puissance ne doit-il pas avoir pour entretenir par sa force élastique un feu aussi violent que celui du Soleil! Dans cette atmosphère s'élèvent aussi, suivant toute vraisemblance, des nuages de fumée provenant des matériaux détruits par la flamme; ces nuages sont formés sans aucun doute d'un mélange de parties grossières et légères, qui, après qu'elles se sont élevées à une hauteur où elles rencontrent un air plus froid, se précipitent en pluies de poix et de soufre, et ramènent à la flamme un nouvel aliment. Cette atmosphère, pour les mêmes causes que sur notre Terre, n'est pas exempte du mouvement des vents, qui dépassent probablement en violence tout ce que peut supposer l'imagination. Lorsqu'en un lieu quelconque

---

de cette pluie surnaturelle, il suça ce poison lent, qui raccourcit dès lors la vie de toutes les créatures. En même temps, la figure de cet arc lumineux et pâle avait disparu de l'horizon; et le monde nouveau, qui ne pouvait se rappeler le souvenir de son apparition, sans ressentir l'effroi de ce terrible instrument de la vengeance céleste, vit peut-être avec non moins de terreur dans la première pluie, cet arc coloré qui, par sa forme, semblait reproduire le premier, et qui pourtant, d'après la promesse du Ciel réconcilié, devait être un signe de pardon et un monument d'assurance de conservation pour la Terre renouvelée. »

Digitized by Google

de la surface solaire, l'expansion de la flamme vient à décroître, étouffée par les vapeurs qui se dégagent, ou par suite d'un afflux moins abondant de matière combustible; l'air qui se trouve au-dessus de ce lieu se refroidit et, par sa contraction, permet à l'air environnant de se précipiter dans cet espace avec une force proportionnée à l'excès de sa force élastique et d'y attiser la flamme qui s'éteignait. » (P. 174.)

Certains auteurs allemands veulent voir, dans ce passage de Kant, l'explication des taches solaires, la prédiction de l'existence des protubérances, etc. Il est certain que ces idées sur la constitution du Soleil sont moins bizarres et plus conformes aux principes de la Science que celles qui furent adoptées plus tard par de grands esprits comme Herschel et Arago.

Tels sont les caractères principaux de la célèbre hypothèse de Kant, trop peu connue en France et dont Laplace ne soupçonnait même pas l'existence, lorsqu'il produisit la sienne quarante ans plus tard. Ces deux conceptions ont un point de départ commun ; toutes deux font naître le système planétaire d'une nébuleuse primitive, dont le mouvement commande celui des planètes et lui donne cette uniformité si remarquable qui démontre la communauté d'origine de ces astres. Il est de toute justice de reconnaître au Philosophe allemand la gloire d'avoir le premier énoncé cette idée grandiose. Mais il n'existe entre les deux hypothèses aucun autre point commun; la nébuleuse de Kant diffère entièrement, par ses propriétés et son mouvement, de la nébuleuse de Laplace; et les conceptions de Kant sont trop souvent en contradiction formelle avec les principes de la Mécanique.

Kant suppose le chaos universel primitif se divisant, par l'effet de l'attraction, en un grand nombre d'amas isolés, germes des étoiles futures, qui restent en repos par l'équilibre de leurs actions mutuelles. Un pareil système d'amas dénués de vitesse initiale se rassemblerait forcément en une masse unique.

Dans chaque nébuleuse isolée, les actions intérieures sont tenues pour suffisantes à produire un mouvement de rotation régulier de l'ensemble. Cette conclusion est absolument contraire aux lois de la Mécanique : les mouvements actuels de révolution et de rotation du Soleil et des planètes ne peuvent être que les équivalents, sans

Digitized by Google

augmentation ni diminution, du mouvement de rotation communiqué à l'origine à la nébuleuse par une cause extérieure.

Cette nébuleuse est formée d'une condensation centrale, autour de laquelle des particules, indépendantes les unes des autres, une sorte de matière pulvérulente, circulent dans des orbites isolées suivant les lois de Kepler. Nous allons voir que la nébuleuse de Laplace est une véritable atmosphère, formée d'un gaz élastique, dont la masse entière tourne avec la même vitesse angulaire que la condensation centrale, en vertu d'un mouvement originel, dont la cause, non indiquée, est en dehors de la nébuleuse elle-même.

Les planètes, formées suivant les idées de Kant, paraissent devoir être animées d'un mouvement de rotation rétrograde, et les mouvements des satellites seraient également rétrogrades.

Ces remarques suffisent à montrer que l'hypothèse de Kant, très remarquable pour l'époque où elle fut imaginée, ne conserve en réalité aujourd'hui qu'un intérêt purement historique.

CHAPITRE II.

Hypothèse de Laplace.

Les premiers linéaments de l'hypothèse de Laplace se trouvent dans la première édition, parue en l'an IV (1796), de son *Exposition du Système du Monde*, p. 301 et suivantes. Elle se complète dans la troisième édition (1808) par l'addition d'un paragraphe (p. 392) sur la formation des planètes par la rupture des anneaux. Mais c'est seulement dans les éditions suivantes que l'exposé complet de la théorie de Laplace devient le sujet de la note VII qui termine l'ouvrage. Cette hypothèse n'est donc pas l'œuvre d'un instant, c'est le fruit de longues et patientes méditations; et, bien que lui-même « la présente avec la défiance que doit inspirer tout ce qui n'est point un résultat de l'observation ou du calcul » (p. 510), nous devons examiner la conception de Laplace avec tout le respect que mérite la pensée longuement réfléchie d'un si grand géomètre. Si des objections se présentent, nous devrons penser qu'elles n'avaient pas échappé à sa critique, et, en effet, j'aurai occasion de montrer qu'il a par avance répondu à presque toutes celles qui ont été formulées. En même temps, il faut s'attacher à ne pas prêter à Laplace, comme l'ont fait trop souvent les auteurs des Traités

Digitized by Google

d'Astronomie, des idées qu'il n'a point émises. Je suivrai dans mon analyse le texte de la sixième édition de l'*Exposition du Système du Monde,* publiée en 1836 (in-8°, chez Bachelier), neuf ans après la mort de Laplace.

L'idée mère du système de Laplace, c'est que « l'atmosphère du Soleil s'est primitivement étendue au delà des orbes de toutes les planètes, et qu'elle s'est resserrée successivement jusqu'à ses limites actuelles » (p. 550), en abandonnant la matière qui a formé les planètes. Quel était alors l'état du Soleil? C'est un point qu'il importe de fixer. A l'origine, il est parfaitement exact de dire avec M. Faye (*Comptes rendus*, t. XC, p. 569) que, dans l'idée de Laplace, le Soleil est, sauf l'incandescence, un globe comme le nôtre, solide ou liquide, entouré d'une atmosphère.

Mais, si telle était la conception de Laplace en 1796, certainement elle s'était bien modifiée à la fin de sa vie : « Dans l'état primitif où nous supposons le Soleil, il ressemblait aux nébuleuses que le télescope nous montre composées d'un noyau plus ou moins brillant, entouré d'une nébulosité qui, en se condensant à la surface du noyau, le transforme en étoile. Si l'on conçoit, par analogie, toutes les étoiles formées de cette manière, on peut imaginer leur état antérieur de nébulosité, précédé lui-même par d'autres états dans lesquels la matière nébuleuse était de plus en plus diffuse, le noyau étant de moins en moins lumineux. On arrive ainsi, en remontant aussi loin qu'il est possible, à une nébulosité tellement diffuse, que l'on pourrait à peine en soupçonner l'existence. » (P. 550.)

Laplace a donc franchement adopté l'idée herschélienne de la condensation des nébuleuses planétaires. Pour lui, le Soleil primitif n'est pas simplement une *étoile nébuleuse;* c'est une nébuleuse à condensation centrale. Mais le système planétaire ne commence à se former, nous le verrons, que lorsque cette condensation est déjà très prononcée et forme un véritable noyau.

Cette nébuleuse diffère d'ailleurs essentiellement de celle que Kant a aussi placée à la base de son système. La nébuleuse de Kant est formée de particules indépendantes, qui, primitivement en repos, se mettent à circuler autour du centre, chacune avec sa vitesse propre déterminée par la loi des aires. La nébuleuse de Laplace est une *atmosphère* formée d'un gaz élastique, dont toutes les couches sont animées d'une même vitesse angulaire de rotation,

Digitized by Google

et qui est soumise à toutes les lois posées par Laplace dans son étude des atmosphères : elle a une limite, qui est le point où la force centrifuge due à son mouvement de rotation balance la pesanteur; elle a la forme d'un ellipsoïde dont l'aplatissement ne peut dépasser $\frac{1}{3}$.

La cause de la rotation de la nébuleuse n'est pas indiquée par Laplace : pour lui, cette rotation paraît être une propriété originelle comme l'attraction et antérieure à la condensation centrale. En un seul endroit, à ma connaissance, il rattache la rotation à l'attraction elle-même (p. 504), mais sans aucune explication qui permette de comprendre son idée.

Le mode de génération des planètes aux dépens de cette atmosphère constitue la partie originale et caractéristique de la conception de Laplace. Il importe de connaître exactement les termes mêmes, très concis, dans lesquels il a été exposé, afin de pouvoir apprécier la valeur des objections qui y ont été faites. Pour éviter au lecteur des renvois trop fréquents au texte de Laplace, je reproduis ici les alinéas les plus importants de son exposition.

« L'atmosphère du Soleil ne peut pas s'étendre indéfiniment : sa limite est le point où la force centrifuge due à son mouvement de rotation balance la pesanteur; or, à mesure que le refroidissement resserre l'atmosphère et condense à la surface de l'astre les molécules qui en sont voisines, le mouvement de rotation augmente; car, en vertu du principe des aires, la somme des aires décrites par le rayon vecteur de chaque molécule du Soleil et de son atmosphère, et projetées sur le plan de son équateur, étant toujours la même; la rotation doit être plus prompte, quand ces molécules se rapprochent du centre du Soleil. La force centrifuge due à ce mouvement, devenant ainsi plus grande; le point où la pesanteur lui est égale est plus près de ce centre. En supposant donc, ce qu'il est naturel d'admettre, que l'atmosphère s'est étendue à une époque quelconque, jusqu'à sa limite, elle a dû, en se refroidissant, abandonner les molécules situées à cette limite et aux limites successives produites par l'accroissement de la rotation du Soleil. Ces molécules abandonnées ont continué de circuler autour de cet astre, puisque leur force centrifuge était balancée par leur pesanteur. Mais cette égalité n'ayant pas lieu par rapport aux molécules atmosphériques placées sur les parallèles à l'équateur solaire,

Digitized by Google

celles-ci se sont rapprochées par leur pesanteur de l'atmosphère, à mesure qu'elle se condensait, et elles n'ont cessé de lui appartenir, qu'autant que par ce mouvement elles se sont rapprochées de cet équateur.

» Considérons maintenant les zones de vapeurs, successivement abandonnées. Ces zones ont dû, selon toute vraisemblance, former, par leur condensation et l'attraction mutuelle de leurs molécules, divers anneaux concentriques de vapeurs, circulant autour du Soleil. Le frottement mutuel des molécules de chaque anneau a dû accélérer les unes et retarder les autres, jusqu'à ce qu'elles aient acquis la même vitesse angulaire. Ainsi les vitesses réelles des molécules plus éloignées du centre de l'astre ont été plus grandes...

» Si toutes les molécules d'un anneau de vapeurs continuaient de se condenser sans se désunir, elles formeraient, à la longue, un anneau liquide ou solide. Mais la régularité, que cette formation exige dans toutes les parties de l'anneau et dans leur refroidissement, a dû rendre ce phénomène extrêmement rare. Aussi le système solaire n'en offre-t-il qu'un seul exemple, celui des anneaux de Saturne. Presque toujours, chaque anneau de vapeur a dû se rompre en plusieurs masses qui, mues avec des vitesses très peu différentes, ont continué de circuler à la même distance autour du Soleil. Ces masses ont dû prendre une forme sphéroïdique, avec un mouvement de rotation dirigé dans le sens de leur révolution, puisque leurs molécules inférieures avaient moins de vitesse réelle que les supérieures; elles ont donc formé autant de planètes à l'état de vapeurs. Mais, si l'une d'elles a été assez puissante, pour réunir successivement, par son attraction, toutes les autres autour de son centre, l'anneau de vapeur aura ainsi été transformé dans une seule masse sphéroïdique de vapeurs, circulante autour du Soleil, avec une rotation dirigée dans le sens de sa révolution. Ce dernier cas a été le plus commun : cependant le système solaire nous offre le premier cas, dans les quatre petites planètes qui se meuvent entre Jupiter et Mars, à moins qu'on ne suppose, avec M. Olbers, qu'elles formaient primitivement une seule planète qu'une forte explosion a divisée en plusieurs parties animées de vitesses différentes. »

L'hypothèse de Laplace ainsi formulée rend compte: 1° de la coïncidence des plans des orbites planétaires avec celui de l'équa-

Digitized by Google

teur solaire; 2° de la faible excentricité des orbites, qui à l'origine devaient être circulaires; 3° du sens des mouvements de révolution et de rotation. Les distances auxquelles se sont formées les planètes satisfont d'ailleurs nécessairement à la troisième loi de Kepler. En effet, à un instant quelconque, la limite équatoriale de l'atmosphère est la distance L où la force centrifuge balance la pesanteur; en appelant ω la vitesse angulaire du système, M sa masse, on a donc la relation

$$\omega^2 L = \frac{M}{L^2}.$$

Par la condensation, ω augmente, L diminue par conséquent. Si L diminue plus rapidement que les dimensions effectives de l'atmosphère ou que son rayon équatorial a, la limite L pénètre dans l'intérieur, et l'atmosphère abandonne un anneau de matière du rayon a pour lequel la durée de révolution est déterminée par la relation

$$\frac{4\pi^2 a}{T^2} = \frac{M}{a^2} \quad \text{ou} \quad \frac{4\pi^2 a^3}{T^2} = M,$$

ce qui est l'expression de la troisième loi de Kepler. Il ne faudrait d'ailleurs pas voir dans ce résultat une démonstration de l'exactitude de l'hypothèse; la loi de Kepler impose une condition à laquelle toute hypothèse doit satisfaire, sous peine de ne pas exister.

Mais, en réalité, les orbites planétaires sont des ellipses et sont situées dans des plans différents; les axes de rotation des planètes sont parfois fortement inclinés sur le plan de l'orbite, au lieu de lui être perpendiculaires. Laplace indique seulement quelques-unes des causes qui ont pu altérer l'harmonie primitive absolue du système :

« Si le système solaire s'était formé avec une parfaite régularité, les orbites des corps qui le composent seraient des cercles dont les plans ainsi que ceux des divers équateurs et des anneaux coïncideraient avec le plan de l'équateur solaire. Mais on conçoit que les variétés sans nombre qui ont dû exister dans la température et la densité des diverses parties de ces grandes masses ont produit les excentricités de leurs orbites, et les déviations de leurs mouvements, du plan de cet équateur. (P. 558.)

» Si quelques comètes ont pénétré dans les atmosphères du Soleil et des planètes au temps de leur formation, elles ont dû, en décrivant des spirales, tomber sur ces corps, et par leur chute écarter les

Digitized by Google

plans des orbes et des équateurs des planètes, du plan de l'équateur solaire. » (P. 562.)

Ces indications, évidemment insuffisantes, de Laplace demandent un complément qui nous sera fourni plus tard.

La formation des satellites est expliquée dans les paragraphes suivants :

« Si nous suivons les changements qu'un refroidissement ultérieur a dû produire dans les planètes en vapeurs,... nous verrons naître, au centre de chacune d'elles, un noyau s'accroissant sans cesse, par la condensation de l'atmosphère qui l'environne. Dans cet état, la planète ressemblait parfaitement au Soleil à l'état de nébuleuse, où nous venons de le considérer; le refroidissement a donc dû produire, aux diverses limites de son atmosphère, des phénomènes semblables à ceux que nous avons décrits, c'est-à-dire des anneaux et des satellites circulant autour de son centre, dans le sens de son mouvement de rotation, et tournant dans le même sens sur eux-mêmes. (P. 556.)

» Tous les corps qui circulent autour d'une planète, ayant été formés par les zones que son atmosphère a successivement abandonnées, et son mouvement de rotation étant devenu de plus en plus rapide; la durée de ce mouvement doit être moindre que celles de la révolution de ces différents corps. » (P. 557.)

Le mode de formation des planètes et des satellites impose donc à la durée de leur révolution, et par suite à leur distance au corps central, une valeur au-dessous de laquelle cette durée et cette distance ne peuvent descendre. La limite inférieure de la durée de révolution est la durée de la rotation du corps central; celle de la distance s'en déduit par la troisième loi de Kepler. Soient R la distance, T la durée de révolution d'un satellite réel, r la distance du satellite fictif qui ferait sa révolution dans le temps t d'une rotation de l'astre central :

$$\frac{R^3}{T^2} = \frac{r^3}{t^2}.$$

On déduit de là les valeurs suivantes de r exprimées en rayon de l'astre central :

Pour le Soleil.....	36,88
Pour Mars.....	6,03
Pour Jupiter.....	2,25
Pour Saturne.....	1,83

Digitized by Google

Les grandes planètes par rapport au Soleil et les satellites de Jupiter sont bien au delà de la limite voulue; mais le premier satellite de Mars n'est qu'à 2,77 de sa planète, l'anneau intérieur de Saturne à 1,48. Cet anneau, où Laplace voulait voir une preuve toujours subsistante de l'extension primitive de l'atmosphère de Saturne et de l'exactitude de son hypothèse, semble donc au contraire la renverser; de même la découverte de Phobos a fourni contre elle un argument dont on a fait grand bruit. Laplace semble avoir prévu cette objection à la page 567 de son exposé : « Dans notre hypothèse, les satellites de Jupiter, immédiatement après leur formation, ne se sont point mus dans un vide parfait; les molécules les moins condensables des atmosphères primitives du Soleil et de la planète formaient alors un milieu rare dont la résistance, différente pour chacun de ces astres, a pu approcher peu à peu leurs moyens mouvements du rapport dont il s'agit. » L'existence très rationnelle de ce milieu résistant, que Laplace invoque ici pour expliquer la relation qui existe entre les moyens mouvements des satellites de Jupiter, ne peut-elle pas expliquer aussi le rapprochement du premier satellite de Mars et de l'anneau intérieur de Saturne, à une distance à laquelle ils n'ont pu se former?

Il ne faut pas oublier un dernier trait de l'hypothèse de Laplace, qui montre avec quel soin ce grand géomètre avait étudié les conséquences de son ingénieuse conception. C'est l'explication qu'il donne de l'égalité de durée des moyens mouvements de révolution et de rotation des satellites, et de la non-existence de satellites secondaires autour des satellites des planètes. La notion des marées produites par la planète dans la masse nébuleuse du satellite est un point capital, qui sera développé plus tard par les travaux de M. Roche.

Enfin, les comètes sont considérées par Laplace comme originairement étrangères au système solaire. C'est encore aujourd'hui l'opinion la plus accréditée et la mieux en rapport avec les travaux de Le Verrier et de Schiaparelli.

L'existence de la lumière zodiacale est rattachée par Laplace à son système cosmogonique et lui paraît être le dernier résidu de la nébuleuse primitive : « Si dans les zones abandonnées par l'atmosphère du Soleil il s'est trouvé des molécules trop volatiles pour s'unir entre elles ou aux planètes, elles doivent, en continuant de

Digitized by Google

circuler autour de cet astre, offrir toutes les apparences de la lumière zodiacale, sans opposer de résistance sensible aux divers corps du système planétaire, soit à cause de leur extrême rareté, soit parce que leur mouvement est à fort peu près le même que celui des planètes qu'elles rencontrent. » (P. 562.)

L'exposé fait par Laplace contient donc, au moins en germe, tout ce qui est nécessaire pour expliquer les grands traits et même les particularités du système solaire. Cependant il est des points sur lesquels l'hypothèse de Laplace reste muette, d'autres où elle paraît au moins incomplète. Nous allons voir comment elle a été complétée, quelles objections elle a suscitées et comment quelques auteurs ont cru devoir la modifier.

(*A suivre.*)

SUR LA THÉORIE DES RÉFRACTIONS ASTRONOMIQUES.

PAR M. R. RADAU.

Dans la région du ciel où se font habituellement les observations, c'est-à-dire depuis le zénith jusqu'à environ 10° de l'horizon, les réfractions sont à peu près indépendantes de la loi suivant laquelle décroît la densité des couches atmosphériques. L'influence de cette loi, qui introduit dans la théorie un élément hypothétique, ne se fait sentir que pour les distances zénithales qui approchent de 80° : c'est là seulement que commencent les difficultés du problème.

Ce problème peut se formuler comme il suit. Soit i l'angle d'incidence sous lequel le rayon lumineux rencontre la couche dont l'indice de réfraction est μ : si la trajectoire est plane, la réfraction s'exprime par l'intégrale

$$\int \frac{d\mu}{\mu} \operatorname{tang} i, \tag{1}$$

prise depuis la limite de l'atmosphère jusqu'au point où se trouve placé l'observateur. Si les couches sont des sphères concentriques, la considération du triangle que l'élément de la trajectoire forme avec les rayons r, $r + dr$, montre que le produit $\mu r \sin i$ conserve la même valeur pour tous les points de la trajectoire; il s'ensuit que

$$\mu r \sin i = \mu_0 r_0 \sin z,$$

μ_0, r_0 étant les valeurs de μ, r au lieu d'observation, et $z = i_0$ la distance zénithale apparente de l'astre. Cette relation permet d'éliminer l'angle i; l'intégrale renferme alors le paramètre z et les deux variables μ, r. Pour exprimer μ en fonction de r, on se sert de la relation

$$\mu^2 = 1 + 2c\rho.$$

Digitized by Google

où ρ est la densité de l'air, qui elle-même dépend de r. En prenant pour unité de ρ la densité de l'air à 0°, sous la pression de $0^m,76$, on aurait, d'après Delambre, $2c = 0,0005881$; d'après Bessel, $2c = 0,0005864$. A la place de ρ, nous introduirons la densité relative η, et à la place de r l'altitude relative s (rapportée au rayon r), en posant

$$\frac{\rho}{\rho_0} = \eta = 1 - \omega, \quad \frac{r_0}{r} = 1 - s.$$

L'intégrale (1) peut alors s'écrire sous cette forme

$$r = A \int_0^1 \frac{(1-u)\,d\eta}{\sqrt{\cot^2 z + 2u}},$$

en faisant

$$u = s - \alpha\omega, \quad \alpha = \frac{c\rho_0}{1 + 2c\rho_0}, \quad A = \frac{c\rho_0}{1 + c\rho_0}\,\frac{1}{\sin 1''}.$$

On pourra encore, sans nuire à la précision du résultat, remplacer le facteur $(1-u)$ par une valeur moyenne [1], en mettant à la place de la constante A la constante $A_0 = A(1-\theta)$, qui est plus faible d'environ $\frac{1}{100}$; on aura donc

$$(2) \qquad r = A_0 \int_0^1 \frac{d\eta}{\sqrt{\cot^2 z + 2u}}.$$

Le problème consiste maintenant à trouver la valeur de cette intégrale définie, en fonction du paramètre z, après avoir établi une liaison entre les deux variables s, η par une hypothèse convenable sur le décroissement des densités. C'est par la nature de cette hypothèse que se distinguent entre elles les diverses théories connues.

Avant toute hypothèse, on voit que, pour des distances zénithales modérées, l'intégrale peut se développer suivant les puissances impaires de $\tang z$, et qu'on aura

$$(3) \qquad r = A_0 \tang z - A_1 \tang^3 z + A_2 \tang^5 z - \ldots,$$

série bien connue, dont les deux premiers coefficients sont indépendants de la loi de décroissement des densités, et qui peut servir à représenter les réfractions jusqu'à 80°. Les deux premiers termes suffisent jusqu'à 60°, et même jusqu'à 70°, si l'on néglige les centièmes de seconde.

On obtient une approximation du même ordre (c'est-à-dire suffisante jusqu'à 70°) en déterminant convenablement les constantes de la formule

$$r = \frac{A_0}{\sqrt{\cot^2 z + B}},$$

---

[1] Voir mes *Recherches sur la théorie des réfractions astronomiques* (*Annales de l'Observatoire de Paris*, Mémoires, t. XVI, 1881).

Digitized by Google

à laquelle conduit l'hypothèse d'une densité constante (hypothèse de Cassini). Une approximation déjà bien meilleure est fournie par l'hypothèse d'une densité décroissant en progression arithmétique, sur laquelle reposent les formules de Mayer, de Bouguer, de Simpson et de Bradley. Si l'on pose

$$\zeta = \frac{\sqrt{\cot^2 z + 2a} - \cot z}{\sqrt{2a}} = \frac{\sqrt{2a}}{\sqrt{\cot^2 z + 2a} + \cot z}$$

ou bien

$$\sqrt{2a}\,\mathrm{tang}\, z = \mathrm{tang}\,\varphi, \quad \zeta = \mathrm{tang}\,\tfrac{1}{2}\varphi,$$

en désignant par a la limite supérieure de $s - \alpha\omega$, cette hypothèse donne

$$r = \frac{2A_0}{\sqrt{2a}}\,\zeta, \tag{4}$$

et la formule (4) permet de représenter les réfractions jusqu'à 80°. On peut même l'étendre jusqu'à 90°, en modifiant les constantes; mais l'erreur s'élève alors à plusieurs secondes vers 80°. En désignant par R la réfraction horizontale, la formule peut s'écrire

$$r = R\,\zeta = R\,\mathrm{tang}\,\tfrac{1}{2}\varphi.$$

Il est visible qu'on y arrive aussi en remplaçant le radical de l'intégrale (2) par la moyenne de ses valeurs extrêmes ($\cot z$ et $\sqrt{\cot^2 z + 2a}$). En le remplaçant par la moyenne pondérée $\frac{\sqrt{\cot^2 z + 2a} + \lambda \cot z}{1 + \lambda}$, on aurait la formule empirique

$$r = \frac{A_0}{\sqrt{2a}}\,\frac{(1+\lambda)\sin\varphi}{1 + \lambda\cos\varphi} = R\,\frac{\sin\varphi}{1 + \lambda\cos\varphi}, \tag{5}$$

qui renferme deux constantes (a, λ), et permet de représenter assez exactement une série de réfractions données, avec des valeurs de λ comprises entre 1,5 et 2. Mais la formule (4) peut se généraliser d'une autre manière, qui offre plus d'avantages. En effet, l'expression de r peut être développée en série ordonnée par rapport aux puissances impaires de ζ. Il suffit pour cela de faire

$$\sqrt{2a}\,\mathrm{tang}\, z = \frac{2\zeta}{1 - \zeta^2}$$

dans la série (3). On y arrive aussi directement en substituant l'expression de $\mathrm{tang}\, z$ dans l'intégrale même et en développant le radical par le procédé d'Ivory. En posant

$$s - \alpha\omega = u = a v,$$

($\omega = 1$, $u = a$, $v = 1$ à la limite de l'atmosphère), on trouve

$$r = \frac{2A_0}{\sqrt{2a}}\,(\zeta + B_1\zeta^3 + B_2\zeta^5 + \ldots) \tag{6}$$

Digitized by Google

où

$$B_n = \frac{1}{1.2\ldots n}\int_0^1 D_\nu^n(\nu-\nu^2)^n\,d\eta.$$

La série (6) reste généralement convergente jusqu'à $z = 90°$ ($\zeta = 1$). Les coefficients B, comme les coefficients A de la série (3), se composent d'intégrales définies de la forme $\int u^n\,d\eta$, dont la valeur est toujours facile à assigner lorsque l'on connaît la loi des densités.

Pour établir cette loi, il faut recourir à une hypothèse qui s'accorde avec les données que l'on possède sur la constitution de l'atmosphère. Soient p la pression en atmosphères, T la température absolue, et

$$\tau = \frac{T}{273} = 1 + 0{,}00366\,t;$$

la loi de Mariotte et de Gay-Lussac donne $p = \rho\tau$, et l'équation d'équilibre de l'atmosphère devient

$$8\,dp = -\rho R\,ds,$$

en désignant ici par R le rayon terrestre ($R = r_0 = 6366^{km}$), et faisant toujours $s = 1 - \frac{R}{r}$. C'est à cause de cette équation que nous avons choisi la variable s pour représenter l'altitude des couches réfringentes. Le nombre 8 (plus exactement 7,993) représente la hauteur, en kilomètres, d'une colonne d'air de densité 1 dont le poids balancerait 760^{mm} de mercure. Posant encore

$$l_0 = 8\tau_0,\quad y = \frac{Rs}{l_0},$$

on trouve

$$(7)\qquad \frac{dp}{p_0} = d\left(\eta\,\frac{\tau}{\tau_0}\right) = -\eta\,dy.$$

C'est l'équation d'équilibre, sous sa forme la plus simple. En désignant par Y la valeur de y à la limite de l'atmosphère, où la pression s'annule, on aura évidemment

$$(8)\qquad \int_0^Y \eta\,dy = 1,$$

et, si la densité s'annule avec la pression,

$$(9)\qquad \int_0^1 y\,d\eta = 1,\quad \int_0^1 u\,d\eta = \frac{l_0}{R} - \frac{\alpha}{2} = \theta.$$

La constante α étant fonction de ρ_0 ($\alpha = 0{,}000294\,\rho_0$), comme l_0 est fonction de τ_0, on voit que le nombre θ dépend de l'état de l'atmosphère au lieu d'observation, mais qu'il est indépendant de l'hypothèse que l'on peut faire sur la loi des densités, pourvu toutefois que η s'annule à la limite, ce qui n'est pas certain *a priori*. Dans le cas où l'on suppose que la den-

Digitized by Google

sité conserve une valeur sensible η_n à la limite (comme dans la théorie de Bessel), il faut introduire dans les équations (9) un terme qui dépend de η_n. Mais l'intégrale (2) doit néanmoins être étendue jusqu'à $\eta = 0$; autrement le résultat ne comprendrait pas la réfraction à la surface de l'atmosphère.

Le nombre θ sert à déterminer les coefficients A_0, A_1 de la série (3); on a, en effet,

$$A_0 = A(1-\theta), \quad A_1 = A\theta.$$

Les relations (9) expriment la condition à laquelle doit satisfaire la loi hypothétique des densités pour qu'elle puisse s'étendre jusqu'à la limite de l'atmosphère. On peut maintenant, pour arriver à cette loi, partir de données physiques telles que le décroissement observé des températures, qui, introduites dans l'équation (7), permettent de l'intégrer; ou bien, ne considérant que la forme de l'intégrale (2), on peut se donner une loi des densités qui facilite l'intégration, quitte à en déterminer les constantes de manière à satisfaire aux conditions physiques du problème. C'est ainsi, par exemple, qu'on obtient l'expression de la réfraction sous forme finie en posant $s = (1-\eta)(a - b\eta)$, ou bien, avec Th. Young, $s = (1-\sqrt{\eta})(a - b\sqrt{\eta})$; dans les deux cas, u a la même forme que s, et l'intégrale s'exprime par des logarithmes. On obtient encore r sous forme finie en posant

$$\eta = \left(1 - \frac{u}{a}\right)^m. \tag{10}$$

L'une des équations (9) détermine alors la constante a; elle donne $a = (m+1)\theta$. L'intégrale (2) s'exprime facilement par la série (6), qui n'a ici que m termes. En prenant $m = 4$, $a = 5\theta = \frac{1}{180,4}$, on trouve (pour $t = 0°$) :

$$r = 1150'',4\left(\zeta + \frac{3}{5}\zeta^3 + \frac{1}{5}\zeta^5 + \frac{1}{35}\zeta^7\right),$$

$$\operatorname{tang}\varphi = 0,10529 \operatorname{tang} z, \quad \zeta = \operatorname{tang}\tfrac{1}{2}\varphi.$$

L'hypothèse $\eta = e^{-\frac{u}{a}}$ donne

$$r = \frac{2A_0}{\sqrt{2a}}\psi(Z), \quad Z = \frac{\cot z}{\sqrt{2a}}, \tag{11}$$

en désignant par $\psi(Z)$ la transcendante

$$\int_Z^\infty e^{Z^2 - x^2}dx = \tfrac{1}{2}\int_0^\infty \frac{e^{-x}dx}{\sqrt{Z^2 + x}},$$

pour laquelle on possède des Tables. Si la densité η doit s'annuler à la limite ($u = \infty$), il faut ici prendre $a = \theta$. Les réfractions que fournit cette formule se rapprochent beaucoup des réfractions moyennes de

Digitized by Google

Bessel ($\theta = \frac{1}{865}$). On les représente un peu mieux en prenant, avec M. Oppolzer, $a = \frac{1}{838}$; mais alors la densité se s'annule plus à la limite : elle ne descend pas au-dessous de 0,03.

Les réfractions calculées à l'aide de la formule (10) diffèrent très peu de celles de Laplace. On sait que Laplace fait

$$\eta = \left(1 + f\frac{u}{a}\right)e^{-\frac{u}{a}}.$$

L'intégrale (2) s'exprime par la transcendante $\psi(Z)$, et les constantes a, f sont liées entre elles par la relation

$$(1+f)a = \theta = \frac{\tau_0}{796} - \frac{\rho_0}{6800}, \tag{12}$$

qui résulte de la condition d'équilibre (9). Laplace prend $f = 0,49$, $a = 0,000742$, afin d'avoir, pour $t = 0°$, une réfraction horizontale de 35′6″; mais ces nombre ne conviennent qu'à la température pour laquelle ils ont été calculés, puisqu'ils dépendent de τ_0, et c'est à tort que M. Caillet, dans ses Tables, les emploie comme des constantes absolues. S'il y avait un intérêt quelconque à conserver l'hypothèse de Laplace, qui est l'une des moins simples, il faudrait déterminer a et f, de manière à satisfaire à la relation (12) en même temps qu'à la condition que fournit la variation moyenne de la réfraction horizontale pour une différence de 1° C. On pourrait, par exemple, prendre $f = 0,30$, $a = 0,000853 + 0,000004.t$, pour avoir des réfractions se rapprochant des déterminations récentes. M. Caillet n'a calculé par la théorie de Laplace que les réfractions pour $t = 0°$; il en a déduit les autres en multipliant simplement les premières par la densité de l'air ρ_0 qui entre dans la constante A. Il en résulte que sa réfraction horizontale ne varie que de 78″ pour une différence de 10° C., tandis que toutes les autres Tables la font varier de plus de 130″. Les Tables qu'il a publiées en 1850 ne reposent donc sur aucune théorie rationnelle.

Au lieu d'exprimer la densité η en fonction de la variable u, on peut l'exprimer directement en fonction de l'altitude. L'équation (7) montre que l'hypothèse d'une température constante donne $\eta = e^{-y}$; c'est l'hypothèse de Newton, qui fait décroître la densité en progression géométrique. Kramp et, plus tard, Bessel ont modifié cette hypothèse en faisant

$$\eta = e^{-\frac{y}{1+f}} = e^{-\beta s} \quad \left(\beta < \frac{R}{l_0}\right). \tag{13}$$

Alors la densité ne s'annule plus avec la pression; chez Bessel, la densité finale est de 0,036, à la hauteur de 28^{km}, et la température ne s'abaisse d'abord que de 1°,2 pour 1000^m; ensuite l'abaissement devient plus rapide.

L'hypothèse la plus simple, au point de vue physique, est celle d'un

Digitized by Google

décroissement uniforme de la température. C'est sur elle que repose une première théorie d'Ivory, ainsi que celles Schmidt, de Bauernfeind, de Fabritius, et au fond aussi celle de M. Baeyer. Ces théories ne diffèrent entre elles que par les moyens plus ou moins habiles employés pour obtenir la valeur numérique de l'intégrale (2). En posant

$$\frac{\tau}{\tau_0} = 1 - \frac{s}{S} = x, \tag{14}$$

cette hypothèse donne

$$\eta = x^k, \quad \frac{p}{p_0} = x^{k+1}, \quad \mathrm{RS} = (k+1)\,l_0,$$

où RS représente la hauteur de l'atmosphère, qui varie ici entre 40^{km} et 60^{km}, si nous prenons successivement $k = 4, 5, 6$. En faisant

$$k + 1 = \frac{6}{1+i},$$

le décroissement Δt pour 1000^m est donné par la formule

$$\Delta t = \frac{34^\circ,15}{k+1} = 5^\circ,69\,(1+i),$$

et il se trouve que les différences des réfractions qui répondent à diverses valeurs de Δt sont sensiblement proportionnelles à la fraction i. Voici les quantités dont la réfraction diminue lorsque Δt augmente de 1°C.

z	Δr	z	Δr
80°	0",016	88°	4",148
85	0,388	89	10,782
86	0,791	89,5	17,970
87	1,740	90	30,756

Or on sait que, dans les couches inférieures, Δt peut très bien varier de 10°; et nous avons ainsi, de ce chef, une variation de la réfraction horizontale qui dépasse 300".

J'ai montré (1) que, dans l'hypothèse du décroissement uniforme de la température, l'intégrale (2) pouvait être facilement exprimée par la série (6). Pour $t = 10^\circ$, $\Delta t = 5^\circ,7$, on aurait

$$\begin{aligned} r = {} & 948'',13\zeta + 655'',78\zeta^3 + 311'',70\zeta^5 + 103'',13\zeta^7 \\ & + 27'',07\zeta^9 + 7'',76\zeta^{11} + 2'',56\zeta^{13} + 0'',81\,\zeta^{15}, \end{aligned}$$

en faisant $\tang\varphi = 0,122697 \tang z$ et $\zeta = \tang\frac{1}{2}\varphi$. Cette série donne $R = 2057'',3$.

La première théorie de M. Gyldén est fondée sur la relation

$$\frac{\tau}{\tau_0} = \left(1 - \frac{s}{S}\right)^2, \tag{15}$$

(1) Mémoire cité, p. 50-55.

Digitized by Google

qui conduit à des formules bien moins simples. Elle recule, il est vrai, la limite de l'atmosphère au delà de 100^{km}, mais le résultat est le même que dans l'hypothèse du décroissement uniforme, car les couches situées au-dessus de 50^{km} ne produisent qu'un effet négligeable. Plus tard, M. Gyldén a préféré représenter la température par une suite de termes de la forme $s^n e^{-as}$. Dans ce cas, les intégrations ne peuvent être faites qu'au moyen de séries plus ou moins convergentes.

Pour le développement complet de la théorie, j'ai trouvé que l'hypothèse la plus commode était encore celle d'Ivory, qui consiste à poser

$$1 - \frac{\tau}{\tau_0} = f\omega. \tag{16}$$

L'équation (7) donne alors

$$y = -(1-f)\log\eta + 2f\omega,$$

$$1 - \frac{\tau}{\tau_0} = \frac{f}{1+f}y - \frac{f-f^2}{2(1+f)^2}y^2 + \ldots,$$

et l'on voit que, dans cette hypothèse, la chute de la température se ralentit peu à peu.

Avec $f = 0,2$, on trouverait

$$t_0 - t = 5^\circ,7.\,h - 0^\circ,2\,h^2 + \ldots,$$

h étant l'altitude en kilomètres. En mettant $f\omega + g\omega^2$ à la place de $f\omega$, on pourrait représenter des lois très variées; on aurait, par exemple, un décroissement presque uniforme, de $5^\circ,7$ par 1000^m, avec $f = 0,2$, $g = 0,08$. Tous les modes de distribution des températures (par exemple, l'abaissement initial très rapide, observé par M. Glaisher) sont aisément représentés en ajoutant à $f\omega$ quelques termes de la forme

$$a(1 - \eta^m) + b\omega\eta^n,$$

qui n'empêchent pas l'équation (7) d'être facilement intégrable. Il n'est pas besoin de recourir à des puissances fractionnaires de ω, comme l'a fait M. Kowalski, dont la théorie est fondée sur un décroissement proportionnel à $k\omega^{\frac{5}{7}}$.

Pour obtenir la valeur de l'intégrale (2), on peut encore, à l'exemple d'Ivory, recourir à la série (6). Mais on peut aussi l'exprimer par la transcendante $\psi(Z)$, en faisant usage d'un développement fondé sur le théorème de Lagrange. Si nous représentons η par e^{-x}, l'hypothèse de Bessel et celle d'Ivory conduisent à des intégrales de la forme

$$\int_0^\infty \frac{e^{-x}\,dx}{\sqrt{Z^2 + x - \varphi(x)}},$$

et, en posant $x - \varphi(x) = w$, le théorème de Lagrange nous fournit le moyen d'exprimer aussi $e^{-x}dx$ en fonction de la nouvelle variable w, de

Digitized by Google

sorte que l'intégrale est ramenée à la forme voulue pour l'introduction des transcendantes ψ.

C'est de cette manière que j'ai élaboré une théorie complète des réfractions, fondée sur l'hypothèse d'un décroissement proportionnel à $f\omega$, en adoptant pour le coefficient f la valeur moyenne 0,2, et en déterminant les corrections correspondant à une valeur quelconque $0,2+\varphi$. J'ai aussi calculé quelques réfractions pour d'autres lois de décroissement qu'on obtient en attribuant diverses valeurs aux coefficients f, g de l'expression $f\omega + g\omega^2$. On trouve ainsi, par exemple, pour trois distances zénithales comprises entre 84° et 90° :

				Réfractions pour 10° C. et 0m,76.		
Nos	f.	g.	Δt pour 1000m.	84°,5.	87°,24	90°
			° °	″	″	″
1...	0,331	0,223	$8,50+0,20h$	544,7	901,4	1963,1
2...	0,331	0	$8,50-0,20h$	545,3	905,6	1987,5
3...	0,200	0	$5,69-0,19h$	546,0	911,0	2072,2
4...	0,198	0,079	5,63	545,8	909,5	2063,9
5...	0,108	0,267	$3,34+0,66h$	545,7	909,4	2104,1
6...	0,108	0	$3,34-0,15h$	546,5	915,0	2140,0
7...	0	0,223	$0 \quad +0,92h$	546,4	915,0	2198,6
8...	0	0	0	547,2	920,0	2232,7
9...	—0,115	0,446	$-4,42+3,02h$	546,3	915,2	2274,3
10...	Tables de Bessel (*Tab. Reg.*)			545,7	909,6	(2107,6)

Les réfractions de Bessel sont bien représentées par les lois de décroissement inscrites sous les nos 4 et 5, dont la première exprime un décroissement uniforme dans les couches inférieures. On voit que, vers 85°, l'influence de Δt ne peut faire varier la réfraction que d'environ 2″, tandis que, vers 90°, cette influence produit une variation de plus de 300″. Le n° 9 exprime une inversion des températures.

L'introduction d'un paramètre indéterminé ($f = 0,2 + \varphi$) permet de tenir compte, d'une manière suffisante, des changements que les variations périodiques ou accidentelles de la distribution des températures peuvent apporter aux réfractions; ou plutôt, elle permettra de déduire ces variations des réfractions observées. M. Fuss a déjà essayé de les déduire des observations qu'il avait instituées à cet effet, à Poulkova, de 1867 à 1869, en se servant des Tables de M. Gyldén, qui renferment aussi un paramètre variable. Il a trouvé ainsi :

	Δt.		Δt.
	°		°
Janvier.....	3,0	Juillet.....	8,9
Février.....	3,9	Août.....	9,4
Mars.....	4,4	Septembre.....	8,7
Avril.....	5,3	Octobre.....	4,7
Mai.....	6,5	Novembre.....	3,0
Juin.....	7,8	Décembre.....	2,7

Digitized by Google

Mais les coefficients de Δt paraissent avoir été calculés par des séries insuffisamment convergentes; en les rectifiant, on trouverait des variations un peu moins fortes. Les observations de M. Fuss, comme celles de M. Kowalski, à Kazan, révèlent d'ailleurs des écarts accidentels considérables, qu'on ne peut guère expliquer que par une inversion des températures.

Pour calculer les Tables de réfractions qui ont paru en 1881, je me suis servi, depuis $z = 80°$ jusqu'à $z = 90°$, de la formule

$$r = C(E_0 - kE_1 + k^2E_2 - k^3E_3),$$

dont le dernier terme est presque toujours négligeable; même le terme en k^2 n'atteint que $0'',1$ vers 87°. Les fonctions E, qui dépendent de l'argument $Z = \gamma \cot z$, ont été réduites en Tables; on a d'ailleurs

$$E_0 = 2000\,\psi(Z).$$

Le coefficient C ne dépend que du baromètre et du thermomètre; k dépend aussi du paramètre f. Les nombres calculés à l'aide de cette formule ont été complétés par interpolation, de manière à former une Table à double entrée qui donne directement la réfraction pour chaque degré du thermomètre depuis — 30° jusqu'à + 30° C., pour des valeurs assez rapprochées de l'argument z (de 10′ en 10′ à partir de 85°). Deux petites Tables supplémentaires fournissent les corrections qui dépendent de l'état du baromètre et des variations supposées du paramètre f; les corrections s'appliquent, soit aux réfractions moyennes, soit à l'argument t.

Pour l'usage pratique, ces Tables ont cependant l'inconvénient de nécessiter une double interpolation, avec des différences assez fortes. Bessel a cherché à éviter cet inconvénient en mettant ses réfractions sous la forme $AB^{\lambda}T^{\mu}$, où les exposants λ, μ dépendent de la distance zénithale, tandis que B dépend du baromètre, et T du thermomètre; les Tables donnent λ, μ et les logarithmes de A, B, T. Mais cette disposition devient impraticable quand on approche de 90°, car alors les exposants λ, μ ne sont plus de simples fonctions de z; pour $z = 90°$, μ varie entre 1,68 et 1,74. Il aurait fallu, en outre, introduire un facteur F pour tenir compte des variations du paramètre f. J'ai longtemps cherché le moyen de tourner cette difficulté; j'ai fini par trouver que la réfraction moyenne, pour une température donnée t, pouvait être tirée d'une Table à simple entrée, en appliquant à l'argument z la correction $-\alpha t$. Toutefois cette disposition n'est avantageuse que pour les distances zénithales qui dépassent 80°.

J'ai donc calculé une Table des réfractions moyennes ($t = 0°$), de 10′

Digitized by Google

en 10′ jusqu'à 80°, puis de minute en minute jusqu'à 91°. Dans la première partie de cette Table, la correction thermométrique s'applique directement aux réfractions; elle peut se calculer de deux manières : soit par la formule $-t(a-a't)$, à l'aide des coefficients a, a', que l'on prend avec l'argument z; soit par la formule $-at$, à l'aide du coefficient a que l'on prend avec l'argument : réfraction.

Dans la seconde Partie de la Table, la correction thermométrique $-\alpha t$ s'applique à l'argument z. Voici quelques valeurs du coefficient α (ou plutôt $\alpha+\alpha' t$) :

z.	Coefficient α.
80°	2′,490+0′,00015 t
82	2,105+0,00015
85	1,560+0,00014
86	1,396+0,00010
87	1,248+0,00003
88	1,123—0,00008
89	1,029—0,00030
90	0,981—0,00072

Ainsi, pour avoir la réfraction qui correspond à $z=88°$, $t=28°$C., il faut entrer dans la Table avec l'argument $(z)=87°28',61$, qu'on obtient en retranchant de 88° le produit $28\times 1',121$. La correction barométrique se calcule par la formule $\beta(B-760)$; comme la correction due à une variation du paramètre f, elle s'ajoute aux réfractions. La constante employée est celle des Tables de Bessel.

S'il s'agissait d'évaluer d'une manière précise l'influence de certaines irrégularités périodiques ou accidentelles de la distribution verticale des températures, le moyen le plus simple serait toujours de recourir aux quadratures approchées, qui donnent des résultats plus sûrs que les développements en séries. Une autre cause de perturbations existe dans les dénivellements temporaires des couches réfringentes, qui peuvent cesser d'être sphériques; il en résulte des erreurs accidentelles dans la réfraction ordinaire, et des réfractions latérales. C'est un sujet que j'ai étudié d'une manière spéciale dans le Mémoire déjà cité. Malgré bien des efforts louables, les matériaux d'observation que l'on possède sur ces questions sont encore fort incomplets; on manque de données sur les oscillations que doivent subir les surfaces de niveau ou surfaces d'égale densité. J'espère cependant que les Tables que j'ai construites rendront quelques services à ceux qui entreprendront de discuter les matériaux que l'on trouve dès à présent dans les publications de quelques-uns des grands observatoires.

Digitized by Google

ÉPHÉMÉRIDE DE (113) AMALTHÉE

(11e GRANDEUR).

PAR M. WILHELM LUTHER, A BRON (OBSERVATOIRE ROYAL).

12 h. T. m. de Berlin. 1884.		Æ. h m s	Ⓓ. ° ′ ″	Log. Δ.	T. d'aberr. m s
NOVEMBRE	19...	5.47.38,68	+17.34.30,7	0,196489	13. 4,3
	20...	46.54,19	34.14,9	194588	13. 0,9
	21...	46. 8,09	34. 1,4	192744	12.57,6
	22...	45.20,42	33.50,1	190958	54,4
	23...	44.31,24	33.41,0	189234	51,3
	24...	43.40,58	33.34,2	187573	48,4
	25...	42.48,50	33.29,7	185977	45,5
	26...	41.55,06	33.27,5	184448	42,8
	27...	41. 0,31	33.27,5	182986	40,3
	28...	40. 4,32	33.29,9	181594	37,8
	29...	39. 7,15	33.34,7	180272	35,5
	30...	38. 8,85	33.41,7	179023	33,4
DÉCEMBRE	1...	37. 9,49	33.51,1	177847	31,3
	2...	36. 9,15	34. 2,8	176747	29,4
	3...	35. 7,87	34.16,9	175722	27,7
	4...	34. 5,75	34.33,4	174774	26,0
	5...	33. 2,83	34.52,3	173905	24,6
	6...	31.59,21	35.13,6	173115	23,2
	7...	30.54,95	35.37,3	172406	22,0
	8...	29.50,13	36. 3,3	171778	20,9
	9...	28.44,84	36.31,8	171231	20,0
	10...	27.39,16	37. 2,8	170768	19,2
	11...	26.33,18	37.36,3	170389	18,5
	8 12...	25.26,97	38.12,2	170093	18,0
	13...	24.20,64	38.50,6	169881	17,7
	14...	23.14,27	39.31,6	169754	17,5
	15...	22. 7,95	40.15,0	169711	17,4
	16...	21. 1,78	41. 1,1	169753	17,5
	17...	19.55,82	41.49,8	169879	17,7
	18...	18.50,21	42.41,1	170089	18,0
	19...	17.44,99	43.35,1	170382	18,5
	20...	16.40,27	44.31,8	170758	19,2
	21...	15.36,13	45.31,2	171217	20,0
	22...	14.32,66	46.33,3	171757	20,9
	23...	13.29,94	47.38,3	172377	21,9
	24...	12.28,05	48.46,1	173076	23,1
	25...	11.27,07	49.56,8	173854	24,5
	26...	10.27,07	51.10,3	174708	25,9
	27...	9.28,12	52.26,8	175638	27,5
	28...	8.30,29	53.46,2	176642	29,3
	29...	5. 7.33,65	+17.55. 8,6	0,177719	12.31,1

Digitized by Google

OBSERVATIONS DES COMÈTES BARNARD ET WOLF 1884, ET DES PLANÈTES (239), (241), (242),

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE NICE;

Barnard.

Dates. 1884.		Étoile de comp.	⅄R ☾—★ m s	⅄D ☾—★ ′ ″	Observat.
Aout 21....	*a*	7435 Lacaille	— 3.59,52	— 6.56,6	Perrotin.
24....	*b*	9750 Stone	+ 1.30,75	+11.43,4	»
Sept. 9....	*c*	Anonyme	— 2. 4,99	+ 7.36,5	»
11....	*d*	10402 Stone	+ 2. 1,69	+ 5.22,2	Charlois.
14....	*e*	10521 Stone	— 3.56,38	+ 0.19,8	»
15....	*f*	10511 Stone	+ 2. 7,07	+ 6.17,0	»
16....	*g*	Anonyme.	+ 2.29,53	— 5.39,3	»
17....	*h*	10597 Stone	— 3.48,98	+ 6. 1,4	Perrotin.
20....	*i*	10676 Stone	— 4.29,72	+11.10,4	Charlois.
22....	*j*	Anonyme	+ 2.35,55	— 7.21,3	»
24....	*k*	10731 Stone	+ 2.41,93	+ 2.32,5	»

Wolf.

Sept. 24....	*l*	41850 Lalande	— 7.34,08	+ 6.35,4	Perrotin.
25....	*m*	41729 Lalande	— 3.26,38	+ 0.28,6	Charlois.
26....	*n*	Weisse Hora XXI	— 3.59,94	— 8. 9,5	»
27....	*o*	I Pégase	+ 2.29,32	+ 2.11,1	»
28....	*p*	41710 Lalande	— 1. 6,59	+ 3.47,4	»
29....	*q*	9198 Rumker	— 1.59,60	— 0.31,2	»
30....	*r*	9167 Rumker	+ 1.49,75	+ 6.42,3	»
Oct. 1....	*s*	41791 Lalande	— 1. 0,73	+ 4.44,2	»

(239)

Sept. 22....	*t*	8848 Schjellerup	+ 5.45,89	— 6. 3,9	»
24....	*u*	8870 Schjellerup	+ 2.37,69	+ 1.17,8	»

(241)

Sept. 14....	*v*	Lamont	— 1.53,59	+ 5.53,4	»
15....	*x*	103 Schjellerup	— 4.28,28	+ 0.10,7	»
17....	*y*	Lamont	— 1.45,31	— 6. 1,9	»
19....	*y*	Lamont	— 3.12,76	+ 2.21,6	»
20....	*y*	Lamont	— 4. 1,38	+ 7. 9,6	»

(242)

Sept. 27....	*z*	603 Rumker	+ 0.27,34	+ 3.35,8	»
28....	*a'*	615 Rumker	— 2.36,89	—10.43,7	»
29....	*a'*	615 Rumker	— 3. 9,47	— 4. 8.8	»

Digitized by Google

Position des étoiles de comparaison.

Barnard.

Dates.		Æ moy. 1881,0.	Réd au j.	☊ moy. 1881,0.	Réd. au j.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Aout 21...	*a*	17.40.26,88	+3,84	125.51. 0,8	— 3,1	Stone.
24...	*b*	17.47. 8,28	+3,79	125. 3.50,8	— 3,8	Stone.
Sept. 9...	*c*	18.57.29,85	+3,67	121.22.42,0	—10,3	(1)
11...	*d*	19. 1.42,94	+3,63	120.48.29,1	—10,7	Stone.
14...	*e*	19.19.36,50	+3,61	119.58.16,6	—12,1	Id.
15...	*f*	19.17.45,50	+3,58	119.31.55,3	—12,1	Id.
16...	*g*	19.21.18,30	+3,56	119.24.20,8	—12,0	(2)
17...	*h*	19.31.41,79	+3,69	118.52. 4,7	—13,2	Stone.
20...	*i*	19.44. 1,19	+3,52	117.45.50,6	—13,9	Stone.
22...	*j*	19.44.32,65	+3,49	117.22.31,4	—14,1	(3)
24...	*k*	19.51.53,03	+3,46	116.30.30,4	—14,8	Stone.

Wolf.

Sept. 24...	*l*	21.24.52,99	+3,43	69.16.59,7	—30,1	Lalande.
25...	*m*	21.21.18,23	+3,39	69.47.14,1	—30,1	Weisse.
26...	*n*	21.22.31,08	+3,38	70.23.41,3	—30,1	Weisse.
27...	*o*	21.16.43,28	+3,34	70.41.28,8	—30,1	(4)
28...	*p*	21.21. 3,15	+3,33	71. 7.32,5	—30,1	B.A.C.
29...	*q*	21.22.48,09	+3,32	71.43.14,1	—30,1	Rumker.
30...	*r*	21.19.45,31	+3,30	72. 2. 8,9	—30,1	Rumker.
Oct. 1...	*s*	21.23.33,93	+3,30	72.35.59,4	—30,1	Rumker.

(239)

Sept. 22...	*t*	21.41.51,33	+3,56	99.28.12,9	—24,5	Schjellerup
24...	*u*	21.44.24,45	+3,54	99.31.19,0	—24,4	Rumker.

(241)

Sept. 14...	*v*	0.12.19,46	+3,83	79.26.13,2	—22,8	Lamont.
15...	*x*	0.14.12,46	+3,83	79.35.33,6	—22,9	Schjellerup
17...	*y*	0. 9.57,81	+3,85	79.50.14,4	—23,3	Lamont.
19...	*y*	»	+3,86	»	—23,5	Id.
20...	*y*	»	+3,87	»	—23,7	Id.

(242)

Sept. 27...	*z*	2.16.24,99	+3,93	75.42. 3,7	—14,8	Rumker.
28...	*a'*	2.18.58,97	+3,93	76. 2.14,1	—14,7	Id.
29...	*a'*	»	+3,95	»	—14,8	Id.

(1) 10357 Stone, 6 comp.
(2) 10511 Stone, 6 comp.
(3) 10715 Stone, 6 comp.
(4) *Berliner Jahrbuch.*

Digitized by Google

Positions apparentes des comètes et des planètes.

Dates.	T. m. de Nice.	⅄ app.	Log. f. p.	☋ app.	Log. f. p.	N. de c.
			Barnard.			
	h m s	h m s		° ′ ″		
Aout 21...	8.37.20	17.36.31,20	$\bar{1}$,159	125.44. 1,1	0,935*n*	10
24...	8.36.31	17.48.42,82	$\bar{1}$,147	125.15.30,4	0,936*n*	8
Sept. 9...	8.21.49	18.55.28,53	$\bar{2}$,979	121.30. 8,2	0,931*n*	7
11...	9. 2. 0	19. 3.48,26	$\bar{1}$,252	120.53.40,6	0,922*n*	7
14...	7.35.27	19.15.43,73	$\bar{3}$,899*n*	119.58.24,3	0,931*n*	5
15...	8.51.13	19.19.56,15	$\bar{1}$,186	119.38. 0,2	0,922*n*	8
16...	8.33.28	19.23.51,39	$\bar{1}$,065	119.18.29,5	0,925*n*	7
17...	9.20.43	19.27.56,50	$\bar{1}$,325	118.57.52,9	0,913*n*	10
20...	9. 5.24	19.39.34,99	$\bar{1}$,255	117.56.47,1	0,915*n*	6
22...	9. 1. 6	19.47.11,69	$\bar{1}$,232	117.14.56,0	0,915*n*	6
24...	8.53.43	19.54.38,42	$\bar{1}$,093	116.32.48,1	0,918*n*	5
			Wolf.			
Sept. 24...	10.36. 4	21.17.22,34	$\bar{1}$,196	69.23. 5,0	0,558*n*	5
25...	7.38.52	21.17.55,24	$\bar{1}$,192*n*	69.47.12,6	0,566*n*	6
26...	7.38.48	21.18.34,52	$\bar{1}$,173*n*	70.15. 1,7	0,572*n*	7
27...	7.37.43	21.19.15,94	$\bar{1}$,160*n*	70.43. 9,7	0,578*n*	8
28...	7. 6.15	21.19.59,89	$\bar{1}$,293*n*	71.10.49,8	0,596*n*	8
29...	9.22.56	21.20.51,81	$\bar{2}$,877	71.42.12,8	0,585*n*	9
30...	7.14.36	21.21.38,36	$\bar{1}$,227*n*	72. 8.21,1	0,604*n*	3
Oct. 1...	9.38. 8	21.22.36,50	$\bar{1}$,065	72.40.13,5	0,606*n*	7
			(239)			
Sept. 22...	11.19.58	21.47.40,78	$\bar{1}$,271	99.21.44,5	0,707*n*	5
24...	9.24. 5	21.47. 5,68	$\bar{2}$,102*n*	99.32.12,4	0,699*n*	5
			(241)			
Sept. 14...	11.38.17	0.10.29,70	$\bar{1}$,018*n*	79.31.43,8	0,691*n*	6
15...	10. 9.30	0. 9.48,01	$\bar{1}$,399*n*	79.35.21,4	0,707*n*	6
17...	11.51.44	0. 8.16,35	$\bar{2}$,718*n*	79.43.49,2	0,691*n*	6
19...	10.15.52	0. 6.48,91	$\bar{1}$,321*n*	79.52 12,5	0,704*n*	6
20...	11.47.27	0. 6. 0,30	$\bar{2}$,526*n*	79.57. 0,3	0,693*n*	5
			(242)			
Sept. 27...	13.13.54	2.16.56,26	$\bar{2}$,821*n*	75.45.24,7	0,643*n*	10
28...	12.57.45	2.16.26,01	$\bar{2}$,948*n*	75.51.15,7	0,646*n*	5
29...	14.32.39	2.15.53,45	$\bar{1}$,014	75.57.50,5	0,648*n*	6

Digitized by Google

COURBES REPRÉSENTANT LES ERREURS EN

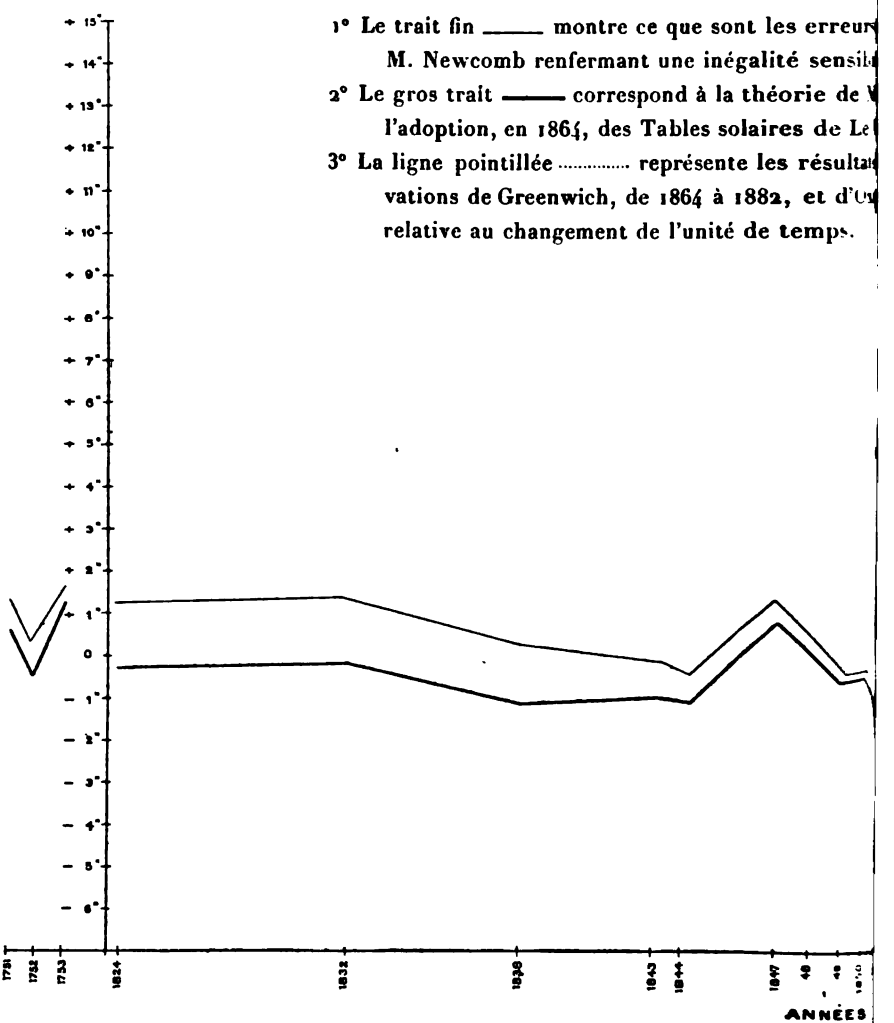
PAR M.

LE

1° Le trait fin ——— montre ce que sont les erreur
M. Newcomb renfermant une inégalité sensib

2° Le gros trait ——— correspond à la théorie de
l'adoption, en 1864, des Tables solaires de Le

3° La ligne pointillée ..... représente les résulta
vations de Greenwich, de 1864 à 1882, et d'U
relative au changement de l'unité de temps.



Digitized by Google

TUDE DES TABLES LUNAIRES DE HANSEN;

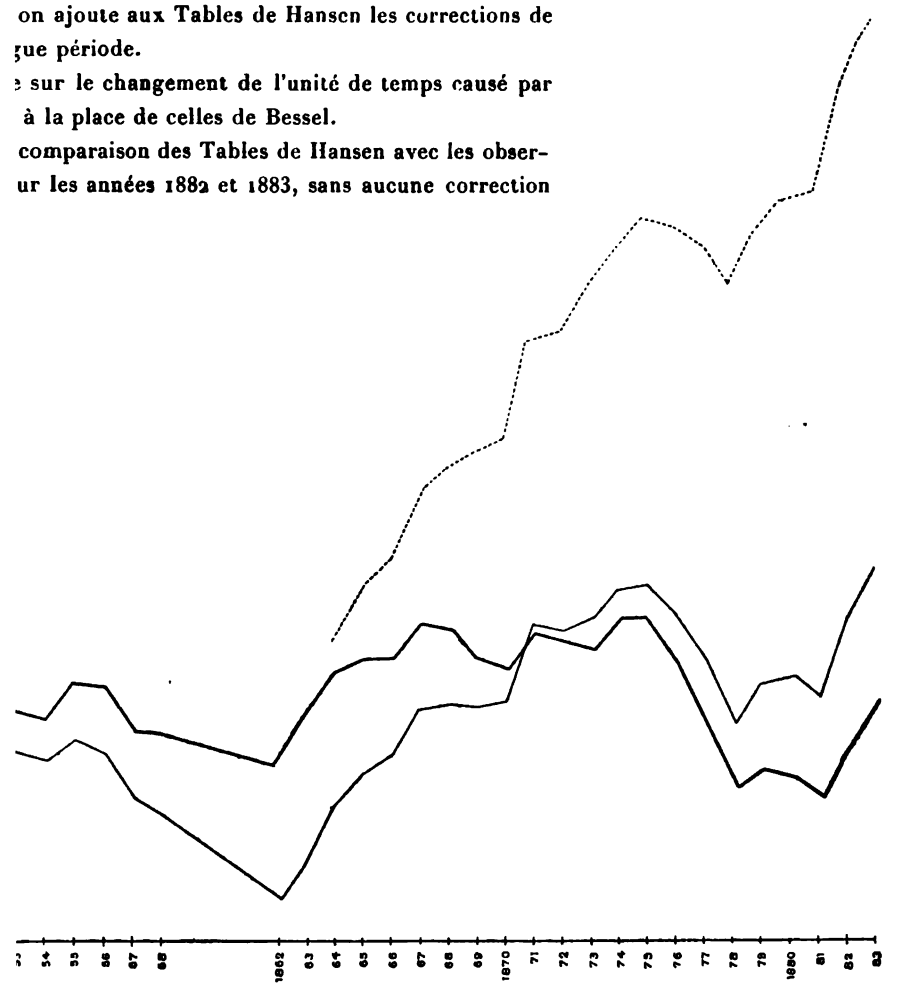
TONE.

E.

on ajoute aux Tables de Hansen les corrections de
gue période.

sur le changement de l'unité de temps causé par
à la place de celles de Bessel.

comparaison des Tables de Hansen avec les obser-
ur les années 1882 et 1883, sans aucune correction



Digitized by Google

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

BAUSCHINGER (J.). — UNTERSUCHUNGEN UEBER DIE BEWEGUNG DES PLANETEN MERKUR. Munich, 1884, in-8°.

On sait que Le Verrier n'a pu mettre sa théorie de Mercure entièrement d'accord avec l'observation qu'en y introduisant un terme empirique qui a pour effet d'accroître le mouvement séculaire du périhélie d'environ 38″, et qu'il a essayé d'expliquer ce terme par l'existence d'un essaim de corpuscules circulant entre Mercure et le Soleil. Une discussion nouvelle des passages de Mercure, entreprise par M. Newcomb, qui pouvait ajouter aux matériaux discutés par Le Verrier des observations inédites ou plus récentes, n'a fait que confirmer ses résultats; M. Newcomb a constaté un écart de 43″. Les perturbations dues à Vénus, que M. Hill avait calculées par la méthode de Gauss, s'étaient trouvées d'accord avec les calculs de Le Verrier. Mais les tentatives qui ont été faites pour découvrir les planètes intra-mercurielles n'ont donné, jusqu'à présent, aucun résultat sérieux (1). Il y a donc là une énigme qui attend toujours sa solution, et M. J. Bauschinger a pensé qu'il importait de faire de cette question l'objet d'une étude spéciale, ne fût-ce que pour déblayer le terrain.

En premier lieu, il s'agissait de fixer le degré de précision qui peut être attribué aux nombres adoptés pour les masses planétaires d'où dépend le mouvement du périhélie de Mercure. Parmi ces masses, il en est deux dont l'incertitude paraît assez grande pour qu'il y ait lieu d'en tenir compte ici : la masse de Vénus et celle de la Terre. Soient v', v'' les corrections de ces deux masses, dans le sens habituel; en acceptant pour Mars la correction de M. Hall (— 0,134), et pour Jupiter celle de M. Schur (+ 0,00209), le mouvement séculaire du périhélie de Mercure, tel qu'il se déduit de la théorie de Le Verrier, devient

$$D_t\varpi = 526'',94 + 280'',51\,v' + 83'',61\,v''.$$

Or les observations donnent 574″,78 (Newcomb), et il ne paraît pas qu'on puisse attribuer aux inconnues v', v'' les valeurs qu'il faudrait pour arriver à ce chiffre. En discutant les cinq déterminations différentes de v' qui peuvent être tirées des équations de condition fournies par les théories du Soleil, de Mercure, de Vénus et de Mars, M. Bauschinger trouve,

(1) *Voir* la Notice de M. Tisserand sur *les Planètes intra-mercurielles* dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1882.

Digitized by Google

pour la valeur la plus probable de cette correction, $v' = -0,024$; d'où $m' = 1 : 411700$. Les cinq valeurs de v' sont comprises entre $+0,002$ et $-0,052$. Pour la correction de la masse de la Terre, il adopte $v'' = +0,085$; d'où $m'' = 1 : 327000$ (1). On voit qu'il ne peut être question d'expliquer le mouvement du périhélie de Mercure par la seule action des planètes connues.

L'introduction de la loi de Weber permettrait, il est vrai, de rendre compte d'un accroissement du mouvement des périhélies; mais, d'après les calculs de M. Scheibner, cet accroissement ne serait ici que d'environ 7″. Il ne reste donc que l'hypothèse de l'existence de masses planétaires inconnues entre Mercure et le Soleil. Comme on n'a remarqué aucune anomalie dans le mouvement des nœuds de l'orbite de Mercure, les corps en question doivent circuler, à très peu près, dans le plan même de cette orbite.

Pour nous faire une idée de leur masse, il suffit de la supposer distribuée uniformément sur une orbite moyenne, et de calculer l'attraction de l'anneau hypothétique, par la méthode de Gauss. On arrive ainsi à une relation entre la masse en question et la distance où il faut la placer pour obtenir un mouvement séculaire de 43″. Cet effet s'obtient par une masse comparable à celle de Jupiter (1 : 1551) et placée à la surface même du Soleil; à la distance moyenne 0,1427, il suffit déjà d'une masse 1280 fois plus faible (1 : 1992000); à la distance 0,20, la masse de l'anneau doit être égale à celle de Mercure (1 : 7500000, d'après les déterminations les plus récentes). Rien n'empêche de le supposer composé de corpuscules assez petits pour avoir pu échapper aux regards des astronomes. Mais ne produirait-il pas d'autres perturbations que celle qu'il s'agit d'expliquer ici? M. Bauschinger pense que l'action de l'anneau ne pourrait devenir sensible que pour Vénus; elle pourrait se manifester dans le mouvement des nœuds de cette planète. En faisant le calcul, on trouve que l'effet en question ne dépasserait pas 1″ dans un siècle. Ainsi l'hypothèse de Le Verrier ne soulève aucune objection sérieuse. On pourrait seulement se demander s'il n'y a pas lieu de placer l'anneau à la surface même du Soleil, sous la forme d'un renflement équatorial. Or la masse qu'il faudrait lui attribuer dans ce cas ($\frac{1}{1551}$) produirait une différence d'au moins 0″,6 entre le diamètre polaire et le diamètre équatorial du Soleil, différence que les observations n'accusent pas.

(1) Par la théorie de Mars, M. Bauschinger trouve $v'' = 0,104$; il nous semble qu'un calcul exact lui aurait donné 0,146. Ajoutons qu'il ne paraît pas avoir connu les Mémoires de M. Tisserand relatifs au même sujet (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 21 mars 1881. *Annales de l'Observatoire de Paris*, Mémoires, t. XVI.)

Digitized by Google

En résumé, l'anomalie que présente le mouvement de Mercure peut s'expliquer par une hypothèse physique parfaitement admissible, mais difficile à vérifier par l'observation. En attendant que des circonstances heureuses permettent de lever les doutes qui planent encore sur l'existence des planètes intra-mercurielles, il importe de s'assurer de l'exactitude des calculs qui ont conduit Le Verrier à formuler l'hypothèse en question. M. Bauschinger a donc entrepris de calculer les perturbations dues à l'action de Vénus et de Jupiter par les méthodes de Hansen, dont l'emploi semble tout indiqué dans le cas de Mercure, à cause de la forte excentricité et de la forte inclinaison de l'orbite de cette planète.

Son Mémoire contient tous les détails de ce calcul. La comparaison directe de ses résultats avec ceux de Le Verrier paraît assez difficile. Le moyen le plus simple de décider si la théorie fondée sur les formules de Hansen exige aussi l'introduction d'un terme empirique, c'était de calculer par cette théorie le lieu de Mercure pour une époque éloignée. M. Bauschinger a choisi pour cette épreuve le passage du 6 mai 1753. Les Tables de Le Verrier, qui ont été mises d'accord avec les observations anciennes, donnent pour la longitude de Mercure correspondant à cette époque 226° 16′ 13″,5, tandis que par les méthodes de Hansen on aurait 226° 16′ 35″,4. La différence est de 22″. Elle prouve que les perturbations calculées par les méthodes de Hansen exigent, elles aussi, une correction empirique de même sens que celle proposée par Le Verrier; mais, pour en déterminer la valeur définitive, il eût fallu, dit l'auteur du Mémoire, exécuter le calcul complet des perturbations de Mercure. Nous dirons avec lui que la théorie de cette planète mériterait de faire l'objet de recherches nouvelles.

R. Radau.

THE OBSERVATORY.

Tome VII; septembre 1884.

Réunion annuelle de la Société astronomique de Liverpool.

Le *Bulletin* a consacré une Notice étendue à la nouvelle Société, et les premiers résultats des travaux dus aux différentes sections ont été analysés. Il convient de mentionner spécialement les essais de photographie stellaire de M. Espin, président de la Société et chargé du soin de l'observatoire établi pour elle. L'*Observatory* parle aussi d'une expédition au Righi, entreprise sur le conseil de M. Pickering, pour déterminer l'absorption de la lumière des étoiles à de grandes distances zénithales; on a trouvé, par exemple, que la Chèvre, à sa culmination inférieure, perdait 2,3 grandeurs à une distance zénithale moyenne de 87°,5. Les in-

Digitized by Google

struments météorologiques ont été consultés pendant les observations. On n'avait pas encore étudié l'absorption atmosphérique à d'aussi grandes distance zénithales.

La Société doit aussi s'occuper activement de l'étude physique de la Lune.

Espin (*T.-E.*) — La photographie des étoiles.

M. Espin s'est consacré avec ardeur à la photographie des étoiles, et il ne manque pas de personnes, en Angleterre, qui partagent son enthousiasme. Le constructeur bien connu, M. Howard Grubb, a pris un intérêt particulier aux essais de M. Espin et a mis à sa disposition un instrument parfaitement établi de 4 ½ pouces d'ouverture. Avec cet instrument et avec les excellentes plaques de Wratten et Wainwright, M. Espin a constaté que des petites étoiles non cataloguées par Argelander apparaissaient après une heure d'exposition. Il s'est aussi occupé de photographier des étoiles doubles, mais plutôt en vue d'étudier l'influence de la photographie sur les grandeurs des composantes que de faciliter la mesure des distances ou des angles de position. On a déjà indiqué dans le *Bulletin* que le procédé employé par M. Espin pour mesurer les grandeurs des étoiles consiste à laisser l'image se déplacer sur la plaque, ce qui donne des lignes au lieu de points; pour les deux tiers des étoiles, la photographie s'accorde avec les évaluations de l'œil; pour l'autre tiers (les étoiles rouges et bleues), on a une diminution ou une augmentation. Les perturbations atmosphériques sont sensibles sur les épreuves, mais elles se font moins sentir, paraît-il, sur les lignes que sur les points.

C'est ici le cas de parler des essais de photographie d'étoiles par MM. Paul et Prosper Henry (*Comptes rendus*, t. XCIX, n° 7). Il y a quelques mois, ils ont fait des essais de photographie sur des étoiles doubles, et, malgré l'insuffisance des moyens, ils ont obtenu des résultats très encourageants; car, en mesurant micrométriquement les épreuves, on n'a pas trouvé d'erreurs plus grandes que pour l'image directe. Depuis, MM. Henry ont entrepris de compléter les cartes écliptiques dans la région de la Voie lactée au moyen de la photographie. M. l'amiral Mouchez a présenté à l'Académie des Sciences les premières épreuves, et la construction d'une lunette photographique de $0^m,34$ d'ouverture a été décidée : elle sera montée à côté d'une lunette ordinaire de $0^m,25$ qui servira de pointeur. Quant aux plaques, celles de M. Garcin, de Lyon, ont montré une remarquable sensibilité. Nous avons la confiance que le succès répondra aux efforts de MM. Henry.

Holden (*E.-S.*). — Statistiques de la distribution des étoiles, dé-

Digitized by Google

duites des observations d'Herschel et des cartes célestes de Peters, Watson, Chacornac et Palisa.

M. Holden communique les résultats de ses travaux sur la distribution des étoiles, qui s'impriment en ce moment dans le t. II des *Publications de l'observatoire Washburn*. On sait que Herschel, dans ses études sur la distribution des étoiles près de la voie lactée, jaugeait le ciel en comptant le nombre des étoiles dans le champ de son télescope, ayant à peu près l'étendue du quart de la Lune (15′ environ de diamètre), et ce nombre, d'après l'hypothèse adoptée par lui d'une distribution à peu près égale des étoiles dans l'espace qu'elles occupent, donne une idée de la distance qui nous en sépare (1). Les tableaux de M. Holden, qui comprennent aussi les résultats déduits des cartes publiées ou inédites de Chacornac, Watson, Peters et Palisa, conduisent à cette conclusion que la distribution des étoiles est loin d'être uniforme. M. Holden ajoute qu'il convient de faire ainsi l'étude du ciel par petites régions; la combinaison des résultats partiels doit se faire successivement.

Pickering (*E.-C.*). — Les observations d'étoiles variables de Sir William Herschel.

L'année dernière, on a découvert deux nouveaux Catalogues d'étoiles variables de Sir W. Herschel. Ils ont été mis à la disposition de M. Pickering par le lieutenant-colonel Herschel. Ces observations, faites il y a près d'un siècle, offrent un intérêt particulier, d'autant plus qu'elles permettront de juger de la valeur des hypothèses émises pour expliquer certaines variations irrégulières observées depuis.

Correspondance et notes.

Denning (*W.-F.*). — Les météores du 23-25 juillet et du 10 août 1884.

Observation à la date indiquée d'un remarquable essaim ayant pour point radiant $\text{Æ} = 48°$, $\text{Ⓓ} = +43°$, entre α et β Persée. Il pourrait peut-être se rapporter à la comète de Messier de 1764, bien que la comète dans son nœud descendant soit très éloignée de la Terre; la dispersion des particules de la comète dans le voisinage du Soleil peut être considérable.

M. Denning a observé un autre essaim dont le point radiant est situé

(1) M. Holden a fait une application intéressante de ces principes à 167 amas d'étoiles, en particulier aux Pléiades, et il a cherché le nombre des étoiles qui peuvent appartenir réellement au groupe. Les idées d'Herschel sont peu connues en France (*voir* le *Traité d'Astronomie* de Sir John Herschel, traduction Cournot, Paris, 1834).

Digitized by Google

près de γ Capricorne. Les Perséides du 10 août n'ont pu être observés à cause de la Lune et du mauvais temps.

Lynn (*W.-T.*). — L'éclipse de Périclès.

Tennant (*J.-F.*) — L'aplatissement polaire de Vénus.

M. Tennant, qui s'est occupé des photographies anglaises pour le passage de Vénus de 1874, a trouvé un aplatissement de $\frac{1}{160}$ environ.

Young (*C.-A.*). — Saturne.

M. Young revient sur une observation faite par M. Hall et lui, à Princeton, relativement à la visibilité du corps de la planète à travers la division de Cassini. La même remarque avait été faite par Lassell en 1852 (*Monthly Notices*, t. XIII, p. 12).

Corder (*H.*). — Les météores d'août.

Hilfiker (*J.*). — Variations dans le diamètre solaire d'après les observations de Neuchâtel.

Les astronomes qui ont observé le Soleil savent que les passages du centre déduits de ceux des deux bords présentent un accord bien meilleur avec les éphémérides que les valeurs conclues pour le diamètre : il faut compter avec l'état du ciel, la nature du verre absorbant, les variations rapides de température et les ondulations qui en résultent; le diamètre mesuré dans le sens vertical paraît peut-être sujet à plus de variations que le diamètre mesuré par les passages; enfin on sait que d'un observateur à l'autre les résultats sont sensiblement différents. Il paraît donc difficile de décider sur la réalité des variations du diamètre solaire, et la conclusion de M. Hilfiker, que le plus grand diamètre a lieu à l'époque du minimum des taches, demande à être confirmée. MM. Auwers, Newcomb et Holden, en étudiant les observations de plusieurs observatoires, n'ont pas constaté de semblables variations.

Observatoire du Collège de Stonyhurst.

Le *Bulletin* a déjà parlé de la publication récente du P. Perry. Il convient de faire une mention particulière des rapprochements observés entre les aurores boréales, les perturbations magnétiques et les phénomènes solaires, questions encore peu étudiées. On a observé huit aurores boréales en 1883.

M. Leod. — Un nouvel enregistreur de l'éclat du Soleil.

M. J.-E. Gore prépare un nouveau catalogue d'étoiles variables.

Digitized by Google

THE SIDEREAL MESSENGER.

Tome III; août et septembre 1884.

Paul (*H.-M.*). — Les étoiles des Pléiades.

M. Paul, qui a fait une étude importante du diamètre de la Lune d'après les occultations des Pléiades, émet le désir qu'une détermination nouvelle des étoiles du groupe soit entreprise avec le bel héliomètre de Yale College, de 6 pouces d'ouverture, maintenant placé entre les mains du Dr Elkin.

L'Éditeur. — Les planètes et les cyclones.

Brooks (*W.-R.*). — Observation de météores.

Dans la soirée du 3 juillet 1884, à Phelps, N.-Y., M. Brooks a été témoin d'une magnifique traînée météorique, visible à l'œil nu pendant dix minutes au moins. C'est le plus curieux phénomène de ce genre que M. Brooks ait jamais vu.

Barnard (*E.-E.*). — La queue de la grande comète de 1882.

Huit observations à l'œil nu du 22 septembre au milieu de novembre.

Dawson. — Observations des taches solaires.

L'auteur, astronome amateur, a commencé à observer le Soleil en 1867; il s'attachait à compter les taches petites et grandes en dessinant les plus remarquables.

L'Éditeur. — Liste des grands instruments des observatoires.

Cette liste un peu longue a déjà été donnée par plusieurs journaux. On voit que le plus grand instrument, celui qui est destiné à l'observatoire Lick, sur le mont Hamilton, en Californie, aura 36 pouces d'ouverture.

Holden (*E.-S.*). — L'étude du cercle méridien de Repsold, établi à l'observatoire de Strasbourg, par le Dr Schur.

M. Holden fait quelques comparaisons, à propos de l'étude du Dr Schur (*Bulletin*, t. I, p. 411), entre l'instrument de Strasbourg et celui de Madison : il a constaté que la collimation devenait plus stable avec un réticule en verre qu'avec les fils d'araignée; il mentionne aussi la nécessité de mettre les tourillons en parfait contact avec les coussinets, en conservant une charge suffisante.

Digitized by Google

Swift (*Lewis*). — Liste des comètes récentes.

On trouve dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* un Tableau des comètes apparues de 1861 à 1882 avec l'indication des sources.

L'Éditeur. — Détermination du temps avec un instrument portatif.

Burnham (*S.-W.*). — L'étoile double 85 Pégase.

Reproduction d'un article du Recueil *L'Astronomie*. Les mesures de M. Burnham se rapportent à un couple très intéressant : la période serait seulement d'environ 30 ans ; les étoiles appartiennent à la 6e et à la 11e grandeur et leur distance est envion 0″,7.

Notes de l'éditeur.

Le professeur J.-G. Porter, du *Coast Survey*, vient d'être nommé astronome à l'observatoire de Cincinnati ; M. H.-C. Wilson, dont les travaux sur les comètes ont été remarqués, sera son adjoint.

Éruption solaire observée par M. Irish, le 10 avril ; notes et dessins.

Dans la soirée du 12 juillet, M. Barnard, en balayant le ciel, a observé une curieuse traînée météorique ayant l'apparence d'une nébuleuse ; elle se dirigeait du sud au nord-est (il est fait mention plus haut d'une observation à peu près semblable de M. Brooks, le 3 juillet, à Phelps).

Comète *b* (1884) Barnard : M. Barnard donne quelques indications sur la découverte de cette comète, vue d'abord le 16 juillet et prise pour une nébuleuse. C'est le 19 juillet que le mouvement propre de l'astre fut constaté. Assez belle pour une comète télescopique, elle est trop basse cependant pour qu'on puisse l'observer facilement dans nos régions ; elle a été vue à Nice par M. Perrotin qui la décrit comme une nébulosité mal définie, présentant des granulations brillantes au centre.

Nébuleuse découverte par M. Barnard dans le voisinage du n° 4290 du Catalogue général d'Herschel :

Positions pour 1884,0.

4290 Herschel	Nouvelle nébuleuse.
$AR = 17^h 14^m 24^s$,	$AR = 17^h 16^m 45^s,8$,
$\delta = -38° 22' 24''$,	$\delta = -38° 26' 18''$.

M. Barnard trouve que la nébuleuse d'Herschel indiquée comme annulaire ne présente plus ce caractère.

Une erreur de description est encore signalée par M. Barnard à l'égard de la nébuleuse n° 4036, qui paraît maintenant petite et brillante, comme une étoile dans la brume.

Digitized by Google

Création d'un nouvel observatoire, l'observatoire Boswell, au College Doane, Crete, Nebraska, sous la direction du professeur Swezey. Il possède déjà un instrument méridien et un équatorial de 8 pouces d'Alvan Clark et fils (Nebraska est le nom d'un nouvel État des États-Unis, traversé par la rivière Nebraska qui sort des montagnes Rocheuses).

M. Barnard a reçu le prix Warner de 200 dollars pour la découverte de la comète *b*, 1884.

Découverte de huit nouvelles nébuleuses près de β Dragon par M. Swift, observatoire Warner; cinq d'entre elles ont été trouvées dans la nuit du 25 juillet.

Remarques de M. Denning sur la tache rouge de Jupiter : elle est encore visible, mais elle tend à disparaître; à mesure qu'elle s'affaiblit, son mouvement rétrograde va en diminuant.

M. Hough, de l'observatoire Dearborn, Chicago, bien connu pour ses études sur Jupiter, a trouvé la tache rouge encore assez bien définie au mois de mai; mais elle est certainement plus faible qu'en 1878. On peut établir un rapprochement entre d'anciennes observations de Hook et Cassini, sur une tache qui apparut et disparut huit fois entre 1665 et 1708, et les observations récentes; il semble admissible qu'on aperçoive parfois une portion du noyau de la planète.

Il a été question du singulier phénomène présenté par l'occultation de β Capricorne (*Bulletin*, t. I, p. 405), et M. Barnard soupçonnait que l'étoile était double. M. Burnham a constaté le fait dans les derniers jours de juillet avec son équatorial de 18 ½ pouces; les mesures ont donné

Angle de position.....	108°,6
Distance.....	0″,86

Les problèmes de l'Astronomie actuelle.

Sous ce titre, M. C.-A. Young a traité devant l'Association américaine pour l'avancement des Sciences, le 5 septembre, quelques-uns des points intéressants de l'Astronomie. Nous donnons un extrait de ce qui se rapporte au Soleil et aux comètes.

Les difficultés présentées par le problème solaire sont augmentées par l'énorme différence qui existe entre les conditions des phénomènes sur le Soleil et sur la Terre. On peut parfaitement admettre l'existence du fer et de l'hydrogène dans le Soleil, mais l'extension des formules empiriques de la Physique à la matière solaire ressemble à une extrapolation arbitraire [cette appréciation ne s'applique sans doute pas aux essais de M. Hirn (*Bulletin*, t. I, p. 402, dont M. Young a omis de parler)].

Pour ma part, j'admets dans l'ensemble la théorie généralement reçue

Digitized by Google

de la constitution du Soleil, qui regarde ce corps comme un grand globe de vapeurs et de gaz excessivement chauds, habillé d'une couche de nuages éblouissants, formée par la condensation de substances moins volatiles en gouttes et en cristaux comme la pluie et la neige. Encore doit-on reconnaître que cette hypothèse est mise en question par de hautes autorités, qui maintiennent, avec Kirchhoff et Zöllner, que la photosphère visible n'est pas une couche de nuages, mais une croûte solide ou un océan de métaux fondus; et il peut y avoir encore des partisans des idées de Herschel II, pour lequel le noyau du Soleil est un globe solide, et la surface extérieure de son atmosphère est entourée de flammes alimentées par la matière environnante.

Quant aux taches, je crois que l'image la plus naturelle qu'on puisse en donner est celle de l'écume dans un chaudron; elles flottent en partie submergées dans les flammes éclatantes de la photosphère qui en surplombent les bords, jettent un pont sur elles et les couvrent d'un voile de nuages; puisqu'à la fin les taches redescendent et disparaissent, il est difficile de voir dans les taches une grande excavation où la vapeur est plus froide, et leur apparence n'est pas non plus celle d'un cyclone vu d'en haut. D'un autre côté, leur spectre avec les grandes dispersions est tout à fait spécial, il n'a rien du spectre d'une scorie solide chauffée; il est formé d'un nombre immense de fines lignes sombres presque collées entre elles, et montrant cependant, ici et là, une ligne brillante, ou du moins un intervalle plus large rompant la succession des lignes sombres; c'est un spectre qui, à ma connaissance, ne peut être rapproché d'aucun autre connu.

Le problème de la rotation du Soleil et de l'accélération équatoriale est très important et ne paraît pas résolu. Sa solution dépend probablement de la connaissance des échanges de matières allant de l'intérieur à la surface, en d'autres termes, de la circulation de la matière dans le Soleil. Un fait à noter est qu'une circonstance semblable a lieu pour Jupiter, les taches équatoriales brillantes mettant environ cinq minutes de moins à achever leur rotation que la grande tache rouge située à 40° de l'équateur. Il est à peine nécessaire de dire qu'un astronome observant les nuages terrestres d'une station éloignée (de la Lune par exemple) verrait juste le contraire. Les nuages des contrées équatoriales marcheraient plus lentement que ceux de nos latitudes. Nos orages se dirigent vers l'est, tandis que la poussière volcanique du Krakatoa a été emportée rapidement à l'ouest.

La périodicité des taches solaires suggère quantité de beaux et intéressants problèmes concernant leur nature mystérieuse et les effets possibles de leur périodicité sur la Terre et ses habitants. Je ne suis pas de ceux qui voient partout l'influence des taches du Soleil, mais on n'a pas

Digitized by Google

démontré qu'il ne pouvait y avoir de relation entre elles et notre atmosphère. M. Gould, qui est partisan de leur influence, dit que les inégalités de la radiation solaire doivent surtout modifier le régime des vents et par suite la distribution de la chaleur dans les différentes contrées de la Terre sans que la quantité totale de la chaleur soit changée. La mesure de la radiation solaire, chaque jour et même à chaque heure, est un des *desiderata* de l'Astronomie. Il faudrait s'établir dans une station appropriée, faire usage d'instruments délicats, et l'entreprise est au-dessus des moyens ordinaires.

On a rencontré dans la chromosphère et les protubérances des particularités curieuses : par exemple, l'étude spectroscopique de l'atmosphère du Soleil a montré les lignes du fer sous des apparences très différentes à la base de la chromosphère et à un niveau plus élevé. Il paraît bien possible, suivant l'hypothèse de M. Lockyer, que la matière, à des températures excessives, subisse des transformations qui nous échappent, et l'on peut dire que les raies observées ne dépendent pas seulement de la matière, mais de son degré de condensation ou de sa température, ainsi que des mouvements qui la régissent, en un mot, de conditions physiques très variées.

L'examen de la couronne est poursuivi avec attention maintenant. M. Huggins est parvenu à la photographier en tout temps (*Bulletin*, t. I, p. 102), et il la considère comme l'atmosphère du Soleil. De très bonnes épreuves ont été obtenues tout dernièrement par le Dr Woods, en Suisse, sur le Riffelberg, en suivant le procédé de M. Huggins. D'un autre côté, M. Hastings arrive à la conclusion que la couronne n'a pas de réalité; c'est simplement un effet optique, de même que l'arc-en-ciel. L'auteur doit bientôt publier sa théorie qui attribue la couronne à la *diffraction*. Il faut avouer que les observations faites par M. Hastings pendant la dernière éclipse du 6 mai 1883 sont bien difficiles à expliquer avec une autre hypothèse (*Bulletin*, t. I, p. 101).

Mais de tous les problèmes, celui de la conservation de l'énergie solaire est pour nous le plus important. Pour ma part, je serais disposé à admettre la théorie d'Helmholtz dans laquelle la chaleur est restituée par la contraction lente du globe solaire. Certains géologues trouvent que les vingt millions d'existence donnés par cette théorie au système solaire sont insuffisants; elle nous donnerait encore à vivre une dizaine de millions d'années, et je ne vois pas de difficulté à admettre la fin possible du système solaire. On a supposé aussi que la chaleur du Soleil était entretenue par la chute de la matière météorique; mais cette hypothèse donnerait pour la Terre un accroissement énorme de chaleur, et je ne crois pas qu'on puisse la soutenir. La théorie de Siemens paraît faible à plusieurs égards. Il faut avouer que nous sommes dans l'igno-

Digitized by Google

rance relativement aux propriétés des espaces célestes, éther ou tout autre milieu, et que nous ne savons pas encore bien de quelle manière les différents agents, chaleur, lumière, gravitation, se transmettent et s'affaiblissent en se communiquant à travers l'espace.

Les météores et les comètes paraissent en dehors du système solaire et de l'univers stellaire. Ils ont donné lieu à une foule de problèmes aussi difficiles qu'intéressants, et l'on a vu le mystère devenir plus profond à mesure qu'on a scruté les faits. Les recherches de Schiaparelli, Heis, du professeur Newton et d'autres, qui considèrent ces corps étrangers comme capturés par les planètes et forcés de décrire par la suite des orbites elliptiques, ont été accueillies avec faveur. Mais il y a des objections réellement fortes : on ne trouve pas de comètes à orbites hyperboliques comme seraient peut-être celles que le Soleil aurait capturées; il ne paraît pas y avoir de relation entre la direction du grand axe des orbites cométaires et la direction du mouvement du système solaire dans l'espace; M. Proctor a insisté aussi sur l'étonnante réduction de la vitesse d'une comète capturée par une planète. Il y a donc des objections plus ou moins fortes à élucider. Quant à la constitution physique des comètes, on sait combien de théories différentes ont été proposées : dans l'état présent des choses, tout notre soin doit être donné à l'observation approfondie de tous les détails de ces astres singuliers, dont la composition et la structure dépendent sans doute de lois que nous ignorons encore. O. C.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, N°s 2608-2611.

Schiaparelli. — Mesures du diamètre d'Uranus.

Pendant la dernière opposition, M. Schiaparelli a de nouveau mesuré le diamètre d'Uranus. La moyenne des observations donne $a = 3'',898$, $b = 3'',600$, aplatissement $\frac{1}{13}$. La ligne des yeux était, en général, perpendiculaire au diamètre équatorial; trois observations où la ligne des yeux a été tour à tour perpendiculaire et parallèle à ce diamètre, donnent un résultat à peine différent, ce qui semble prouver que l'aplatissement observé n'est pas dû à une erreur physiologique. On a pu, encore cette fois, constater l'existence de taches à la surface de la planète, mais il n'a pas été possible d'en faire une étude suivie.

Safford (*T.-H.*). — Note sur la réduction des observations de passages.

Il y a quelques années, M. Safford a publié une méthode de réduction provisoire des observations de passages qui, dans ses résultats pratiques, ne diffère pas beaucoup de la méthode graphique récemment proposée

Digitized by Google

par M. Braun [1]. Il explique cette méthode en l'appliquant à l'exemple choisi par M. Braun lui-même, et il entre dans quelques détails sur la manière dont les observations de longitudes faites sous sa direction, dans diverses parties des États-Unis, ont été calculées.

Hartwig; Kreutz. — Remarques concernant les étoiles voisines de la variable V Cygne.

Holden; Schœnfeld. — Errata du Catalogue Oeltzen-Argelander (zones australes).

Tebbutt. — Corrections des positions observées de la comète 1883, II.

Weiss. — Éléments et éphéméride de la comète Barnard.

Krueger. — Le retour attendu de la comète de Brorsen.

Searle (*Arthur*). — Sur le *Gegenschein* et d'autres phénomènes en connexion avec la lumière zodiacale.

Brorsen a donné le nom de *Gegenschein* (lumière anthéliaque) à une lueur qui se montre dans la partie du ciel opposée au Soleil. M. Searle a observé ce phénomène assez fréquemment depuis 1878, mais l'extension croissante de l'éclairage électrique à Boston rend ces observations de plus en plus difficiles. La lueur semble occuper environ 15° en longitude et 10° en latitude; sa latitude moyenne n'est pas nulle, mais plutôt comprise entre 0° et 2°, comme l'ont aussi remarqué d'autres observateurs (Lewis, Heis). Il y a là peut-être un effet d'absorption atmosphérique; malheureusement on ne possède pas d'observations faites dans l'hémisphère austral. M. Searle croit encore avoir constaté l'existence d'une bande lumineuse permanente au-dessous des étoiles β et η Vierge; elle est parallèle à la ligne de jonction de ces étoiles, et s'étend jusqu'à α Vierge.

Stieltjes. — Quelques remarques sur l'intégration d'une équation différentielle.

C'est une addition au travail qui a paru dans le n° 2602.

Celoria (*G.*). — La comète de 1449-50.

M. Celoria a trouvé, dans les manuscrits de Toscanelli, de nombreuses observations de la comète qui a été visible pendant l'hiver de 1449-50, et il a pu en déduire vingt positions qui vont du 26 décembre au 13 fé-

[1] *Bulletin*, t. I, p. 357.

Digitized by Google

vrier. Voici les éléments fondés sur l'ensemble de ces observations :

$$T = 1449.\ \text{Déc. } 9{,}3747 \text{ t. m. Paris (vieux style).}$$
$$\pi = 258^\circ\ 9'.8.\ \text{Équin. vrai } 1450{,}0.$$
$$\Omega = 261^\circ 17'.8.$$
$$i = 155^\circ 40'{,}5.$$
$$\log q = 9{,}51510.$$

Tacchini. — Observations de la comète Barnard.

Stechert (*Carl*). — Éléments et éphémérides de la même comète.

En laissant de côté l'observation du 16 juillet (Nashville) qui est évidemment fautive, M. Stechert a obtenu les éléments suivants, qui représentent très bien les observations faites jusqu'au 10 août :

$$T = 1884.\ \text{Août } 18{,}21985, \text{ t. m. Berlin.}$$
$$\omega = 305^\circ 51'\ 8'',4.\ \text{Equin. m. } 1884{,}0.$$
$$\Omega = 357^\circ 40' 19'',0.$$
$$i = 6^\circ 52' 11'',8.$$
$$\log q = 0{,}140670.$$

Seeliger (*H.*). — Sur l'aberration des fixes.

M. Seeliger s'est proposé de calculer exactement les corrections qu'il faut ajouter aux formules ordinaires pour tenir compte du mouvement de translation du système solaire. Soient R le rapport de la vitesse de ce mouvement à la vitesse de la lumière, A, D l'ascension droite et la déclinaison du point vers lequel se dirige le Soleil; h, H les constantes qui figurent dans les formules usuelles; on aura

$$\Delta\alpha' = -hR\cos D\sin(A - H - 2\alpha')\tan g^2\delta',$$
$$\Delta\delta' = +hR\cos D\sin(H + \alpha')\sin(A - \alpha')\tan g\,\delta'.$$

Ces corrections deviennent sensibles pour les étoiles voisines du pôle. En prenant $h = 20''$, $A = 260^\circ$, $D = 30^\circ$, $R = 20''\gamma$, elles peuvent atteindre les valeurs suivantes :

$$\Delta\alpha' = \pm 0'',0017.\gamma\tan g^2\delta',$$
$$\Delta\delta' = \mp 0'',0017.\gamma\tan g\,\delta'\sin(A - \alpha');$$

par conséquent, pour la Polaire et pour λ Petite Ourse,

	$\Delta\alpha$.	$\Delta\delta'$.
Polaire.....	$\pm 0^s,21.\gamma$	$\mp 0'',06.\gamma$,
λ Petite Ourse.....	$\pm 0^s,33.\gamma$	$\pm 0'',05.\gamma$,

D'après M. Gyldén, on aurait, à très peu près, $\gamma = 1$; les positions de la Polaire pourraient donc montrer des variations de $0^s,42$ en ascension droite, et de $0'',12$ en déclinaison, par suite du mouvement de translation du Soleil. Il est vrai que la valeur de γ qui résulte des observations de M. O. Struve est beaucoup plus petite; mais elle a été déduite de mouvements propres d'étoiles qui pouvaient masquer en partie la vitesse

Digitized by Google

cherchée. En dehors des corrections provenant de termes du second ordre qui viennent d'être évaluées, il faut encore calculer celles qui résultent de ce que les termes du premier ordre qui dépendent de γ varient avec le temps; on supprime d'ordinaire ces termes, comme ne pouvant produire que des différences constantes qui rentrent dans la correction du lieu moyen, mais on oublie qu'ils dépendent des coordonnées α', δ', A, D, qui changent lentement par suite de la précession des équinoxes et de la variabilité possible du mouvement de translation du Soleil. L'influence de la précession se traduit, pour la Polaire, par les corrections

$$\Delta(\alpha' - \alpha) = \gamma(-0^s,138\,t + 0^s,00019\,t^2)$$
$$\Delta(\delta' - \delta) = \gamma(+0'',022\,t + 0'',000083\,t^2),$$

où t est le nombre d'années écoulées depuis 1883.

Les termes qui dépendent de t se confondent avec le mouvement propre, qu'ils peuvent modifier d'une manière sensible; ceux qui dépendent de t^2 donneraient $+0^s,30$ et $+0'',13$ au bout de quarante ans, en supposant $\gamma = 1$. Voici, dans la même supposition, les corrections des positions de la Polaire, dues à l'influence de la précession, de la nutation, etc., sur les termes du premier ordre que l'on supprime habituellement :

	$\Delta(\alpha'-\alpha)$.	$\Delta(\delta'-\delta)$.
	s	"
1883. Avril 1	+0,02	−0,07
Juillet 1	+0,29	−0,01
Octobre 1	+0,21	+0,01
1884. Janvier 1	−0,11	+0,03

La variabilité du mouvement du Soleil peut, sans doute, être négligée ici, mais on voit qu'il n'est guère permis de compter sur les centièmes de seconde en calculant les positions apparentes de la Polaire par les formules généralement employées.

Bredichin (*Th.*). — Sur quelques remarques concernant mes recherches sur les comètes.

M. Bredichin réfute en détail les critiques que M. Marcuse a, un peu légèrement, dirigées contre ses travaux. Nous avons déjà eu l'occasion d'en entretenir nos lecteurs.

Palisa (*J.*). — Découverte d'une nouvelle planète (239).

Weiler (*A.*). — Les perturbations planétaires exprimées en fonctions de deux anomalies.

Tempel (*W.*). — Observations de la comète Barnard.

Borrelly. — Découverte d'une nouvelle planète (240).

R. R.

Digitized by Google

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

SUR LA CONSTITUTION INTÉRIEURE DE LA TERRE;

PAR M. F. TISSERAND.

La surface d'un ellipsoïde de révolution satisfait rigoureusement aux conditions d'équilibre de la Terre supposée fluide et homogène, en tenant compte de l'attraction mutuelle de toutes ses parties et de son mouvement de rotation.

Mais l'hypothèse de l'homogénéité est inadmissible, car elle conduit à une valeur de l'aplatissement superficiel notablement plus grande que celle que nous fournit la Géodésie; on connaît d'ailleurs la densité moyenne du globe, et l'on sait qu'elle est de beaucoup supérieure à celle de l'écorce.

La densité est donc variable, et, en supposant fluide tout l'intérieur, elle doit augmenter de la surface au centre. On conçoit alors la masse totale divisée en couches d'égale densité, séparées les unes des autres par les surfaces de niveau; Clairaut et Laplace ont montré que ces surfaces sont très sensiblement des ellipsoïdes de révolution.

Soient

a le demi-petit axe,
ρ la densité,
e l'ellipticité d'une couche quelconque,
1, ρ et ε les valeurs de a, ρ et e à la surface extérieure;

on a l'équation de Clairaut

$$(1) \qquad \left(a^2 \frac{d^2 e}{da^2} - 6e\right) \int_0^a \rho a^2 \, da + 2\left(a \frac{de}{da} + e\right) \rho a^3 = 0.$$

Supposons connue la loi des densités

$$(2) \qquad \rho = f(a);$$

(1) est une équation différentielle linéaire, à coefficients variables, qui fera connaître la loi des ellipticités, c'est-à-dire e en fonction de a.

En admettant que la densité ρ_0 du centre soit finie, Laplace a

Digitized by Google

montré que l'une des solutions de (1) devient infinie pour $a = 0$, et doit par conséquent être rejetée; soit z l'autre solution prise de façon à se réduire à l'unité pour $a = 0$; l'expression générale de e sera

$$e = Bz, \tag{3}$$

la constante B ayant pour expression

$$B = \frac{15\omega^2}{8\pi f\left(2\rho_0 - 3\int_0^1 \rho \frac{dz}{da}\, da\right)}, \tag{4}$$

où ω désigne la vitesse angulaire de rotation, f l'attraction de deux unités de masse à l'unité de distance.

Le problème se trouvera résolu, en supposant vaincues les difficultés que présentera l'intégration de l'équation (1).

Il y a lieu d'introduire la densité moyenne Δ du globe, et le rapport φ de la force centrifuge à la pesanteur, à l'équateur : on a d'abord

$$\Delta = 3\int_0^1 \rho a^2\, da; \tag{5}$$

on déduit ensuite aisément de (3) et (4)

$$\frac{2\varepsilon}{5\varphi} = \frac{z_1 \Delta}{2\rho_0 - 3\int_0^1 \rho \frac{dz}{da}\, da}, \tag{6}$$

où z_1 désigne ce que devient z, pour $a = 1$.

La fonction $f(a)$ nous est inconnue; cependant elle doit remplir certaines conditions que nous allons indiquer.

Tout d'abord, on doit avoir $f'(a) < 0$, lorsque a varie de 0 à 1; en second lieu, Δ étant connu et égal à 5,56 d'après MM. Cornu et Baille, on aura, par l'équation (5), la valeur de l'intégrale $\int_0^1 a^2 f(a)\, da$; nous aurons ensuite l'équation (6), dans laquelle en dehors de ε et φ que nous supposons connus, il n'entre que les éléments mêmes de la fonction $f(a)$. Nous prendrons $\varepsilon = \frac{1}{293,5}$ (Clarke), et $\varphi = \frac{1}{288,4}$ (Faye, *Cours d'Astronomie*, t. I, p. 332).

Enfin il y a une autre condition fournie par la théorie de la précession des équinoxes; soient A et C les moments d'inertie de

Digitized by Google

la Terre par rapport à un diamètre quelconque de l'équateur, et à l'axe de rotation; on a la relation

$$(7)\qquad \frac{C-A}{C} = \left(\varepsilon - \frac{\varphi}{2}\right)\frac{\int_0^1 \rho a^2\, da}{\int_0^1 \rho a^4\, da},$$

en représentant par P et N les constantes de la précession et de la nutation, et posant

$$P = 50'',23572(1+\eta),$$
$$N = 9'',223(1+\sigma).$$

M. Serret a trouvé par la théorie du mouvement de la Terre autour de son centre de gravité (*Annales de l'Observatoire*, t. V)

$$(8)\qquad \frac{C-A}{C} = \frac{1}{305,6}(1+3,1507\eta - 2,158\sigma).$$

La constante P est bien déterminée; N l'est aussi, quoiqu'un peu moins exactement; en supposant η et σ nuls, on tire de (7) et (8)

$$\frac{\int_0^1 \rho a^2\, da}{\int_0^1 \rho a^4\, da} = 1,9554.$$

Il convient encore d'ajouter que, si la densité superficielle ρ_1 n'est pas exactement connue, on peut du moins lui assigner la valeur 2,5, sans que l'écart de la vraie valeur dépasse $\pm$ 0,5.

Résumons l'ensemble des conditions imposées à la loi des densités,

$$(\mathrm{I})\qquad f'(a) < 0,$$

$$(\mathrm{II})\qquad \int_0^1 a^2 f(a)\, da = 1,853,$$

$$(\mathrm{III})\qquad f(1) = 2,5,$$

$$(\mathrm{IV})\qquad 1 = \frac{\int_0^1 a^2 f(a)\, da}{\int_0^1 a^4 f(a)\, da} = 1,9554,$$

$$(\mathrm{V})\qquad \frac{2\varepsilon}{5\varphi} = \frac{z_1 \Delta}{2f(0) - 3\int_0^1 f(a)\frac{dz}{da}\, da}.$$

Digitized by Google

M. Stieltjes a trouvé récemment (*Bulletin*, t. I, p. 465), par une analyse très élégante, une limite inférieure de $\rho_0 = f(0)$, en tenant compte des conditions (I), ..., (IV). L'équation (V) qui, dans les applications, entraîne des calculs très pénibles peut être remplacée par cette condition plus simple (*voir* CLAIRAUT, *Figure de la Terre*, p. 285) :

$$\left(\frac{dz}{da}\right)_1 = 2hz_1,$$

où $\left(\frac{dz}{da}\right)_1$ désigne la valeur de $\frac{dz}{da}$ à la surface; on peut la déduire également des formules données par M. Lipschitz, dans son Mémoire intitulé : « *Beitrag zur Theorie des Gleichgewichts eines nicht homogenen flüssigen rotirenden Sphäroids* » (*Journal de Borchardt*, t. LXIII).

Examen sommaire des principales hypothèses proposées jusqu'ici pour la loi des densités.

A. La première et la plus célèbre est celle de Legendre, dans laquelle on suppose

$$(a) \qquad \rho = \rho_0 \frac{\sin na}{na};$$

avec cette valeur de ρ, on peut intégrer sous forme finie l'équation (1); les équations (V) et (II) donnent

$$n = 141^\circ 40', \quad \rho_0 = 10{,}94.$$

Il est aisé de voir qu'avec cette valeur de n l'expression (a) satisfait à la condition (I). On trouve ensuite

$$\rho_1 = 2{,}75, \quad I = 1{,}9874;$$

la valeur de ρ_1 est admissible; mais celle de I semble trop différente de (IV) pour pouvoir être acceptée.

B. M. Roche a étudié la loi suivante

$$\rho = \rho_0(1 - ka^2),$$

et il a intégré dans ce cas l'équation (1) par la voie des séries. J'ai remarqué depuis (*Bulletin*, t. I, p. 420) que, dans le cas plus général où

$$(b) \qquad \rho = \rho_0(1 - ka^\lambda),$$

Digitized by Google

on peut intégrer l'équation (1) à l'aide d'une série hypergéométrique; j'ignorais alors que ce résultat avait été obtenu antérieurement par M. Lipschitz, dans un beau Mémoire inséré au t. LXII du *Journal de Borchardt*. L'étude du travail du savant géomètre allemand m'a conduit à quelques conséquences intéressantes que je me bornerai à indiquer ici, renvoyant pour les démonstrations aux *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 579.

Soit posé

$$(9)\qquad \begin{cases} h = \dfrac{5\varphi}{4\varepsilon} - 1 = 0{,}2717, \\ \zeta = 3\left(1 - \dfrac{\rho_1}{\Delta}\right); \end{cases}$$

on aura, pour déterminer les constantes ρ_0, k, λ et la quantité I, les formules suivantes :

$$(10)\qquad \begin{cases} R = 2h - h^2 + \left(1 - \dfrac{1}{2\zeta}\right)h^3, \\ \lambda + 5 = \dfrac{2\zeta}{R}, \\ k = \dfrac{\lambda + 3}{3}\,\dfrac{\zeta}{\zeta + \lambda}, \\ \rho_0 = \dfrac{\rho_1}{1 - k}, \\ I = \dfrac{5}{3 - R}. \end{cases}$$

L'expression de R est seulement approchée; mais l'approximation est largement suffisante dans la question actuelle.

En donnant à ρ_1 cinq valeurs différentes, j'ai calculé par les formules (10) le Tableau suivant [1] :

ρ_1.	λ.	k.	ρ_0.	I.
2,4	2,050	0,764	10,19	1,9871
2,5	1,830	0,764	10,58	1,9869
2,6	1,609	0,765	11,08	1,9867
2,7	1,389	0,770	11,74	1,9866
2,8	1,168	0,779	12,65	1,9864

On voit que, ρ_1 variant de 2,4 à 2,8, l'exposant λ varie beau-

[1] Les nombres de ce tableau diffèrent un peu de ceux que j'ai publiés dans les *Comptes rendus*, parce que j'ai adopté ici pour $\frac{1}{\varepsilon}$ la valeur 293,5 au lieu de 292,5.

Digitized by Google

coup, tandis que I ne bouge presque pas; cela tient à ce que les deux premiers termes, $2h$ et $-h^2$, du développement de R suivant les puissances de h sont indépendants de ζ. On voit en même temps que la valeur de I est presque identique à celle obtenue dans l'hypothèse (A); toutes deux diffèrent notablement de la valeur conclue de la précession des équinoxes.

C. M. G.-H. Darwin a considéré récemment [1] la loi représentée par la formule

$$(c) \qquad \rho = \rho_1 a^{-m},$$

déjà examinée, à un autre point de vue, par Clairaut [2]. L'une des solutions de l'équation (1) est infinie pour $a = 0$; l'autre donne

$$(11) \qquad z = a^p, \quad p = m - \frac{5}{2} + \sqrt{m^2 - 3m + \frac{25}{4}};$$

on trouve aisément

$$(12) \qquad \begin{cases} m = h\,\dfrac{5+2h}{1+2h} = 0{,}976, \\ \rho_1 = \Delta\,\dfrac{(1+h)(3-2h)}{3(1+2h)} = 3{,}74, \quad \text{d'où } \zeta = m; \\ I = \dfrac{5-5h-2h^2}{(1+h)(3-2h)} = 1{,}9880. \end{cases}$$

Il semble que la densité superficielle ρ_1 soit par trop considérable; enfin la densité au centre serait infinie. Il convient de remarquer que, dans cette hypothèse si différente des précédentes, la quantité I prend encore à très peu près la même valeur.

J'ai examiné, en outre, quelques autres lois de densité; elles m'ont conduit à des valeurs de I fort peu différentes des précédentes; il semble que les conditions imposées (I), ..., (V) aient pour effet de resserrer la valeur de I entre deux limites très voisines : c'est ce que M. Roche paraît avoir remarqué le premier.

Il reste donc à trouver une loi de densité donnant pour I la valeur observée, ou bien à prouver que, quelle que soit la loi de densité, on ne pourra pas établir l'accord cherché.

Supposons que ce dernier cas se réalise, et demandons-nous ce qu'il faudra en conclure. M. Roche croit pouvoir en déduire que

---

(1) *Proceedings of the Royal Society*, n° 229; 1883.

(2) Clairaut, *Théorie de la figure de la Terre*, 2e édit., p. 277.

Digitized by Google

l'intérieur de la Terre est solide; je ne pense pas que cette déduction soit légitime. En effet, l'équation (1) et les conséquences que l'on en a tirées supposent essentiellement que la densité ρ diminue d'une manière continue, du centre à la surface, comme cela se produirait si l'intérieur de la Terre était entièrement formé par une substance unique, compressible, dont la densité pourrait devenir quatre fois plus forte au centre qu'à la surface, sous l'influence des pressions considérables auxquelles elle serait soumise : c'était là, du reste, la conception de Laplace.

Mais l'intérieur de la Terre pourrait être formé de plusieurs substances de densités différentes, plus ou moins compressibles; la fonction $f(a)$ serait discontinue, et les essais tentés jusqu'ici ne s'appliqueraient plus : on trouverait alors vraisemblablement dans le beau Livre de Clairaut, que nous avons déjà cité plusieurs fois, les éléments d'une solution satisfaisant à toutes les conditions imposées.

SUR LA VARIABILITÉ DES ANNEAUX DE SATURNE;

PAR E.-L. TROUVELOT.

Dans une Note récemment communiquée à l'Académie [1], j'ai indiqué sommairement les changements qui se sont dernièrement produits sur les anneaux de Saturne. En revenant aujourd'hui sur ce sujet important, je me propose de le traiter un peu plus longuement et de montrer, comme je l'avais alors annoncé, que les anneaux de cette planète, loin d'être stables, sont au contraire essentiellement variables et subissent des changements continuels.

Les changements observés sur les anneaux de Saturne consistent principalement : 1° en variations d'éclat et de couleur de leur surface; 2° en variations soit lentes, soit assez rapides, de la forme de l'ombre que porte le globe sur les anneaux; 3° en variations plus profondes qui, là où elles se produisent, affectent l'anneau dans toute son épaisseur.

Changements observés sur l'anneau extérieur A. — Comme je l'ai montré dans la Note citée plus haut, le 15 février dernier, je

[1] *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 968.

Digitized by Google

constatais des changements très importants sur les anneaux A et B. La division d'Encke avait complètement disparu, mais je reconnaissais sur cet anneau une nouvelle division plus accentuée et plus proche de la division de Cassini que ne l'était la première. Dans cette même soirée, je constatais encore que la zone étroite qui sépare cette nouvelle division de la division cassinienne était beaucoup plus brillante que je ne l'avais jamais vue auparavant, bien que cependant cette partie de l'anneau A m'ait toujours paru un peu plus lumineuse que le reste.

Cette nouvelle zone a montré de singulières fluctuations, qui indiquent combien cet anneau est variable. Ainsi, le 15 février, elle était beaucoup plus brillante sur l'anse occidentale que sur l'anse opposée (*Pl. II, fig.* 5); mais, le 2 mars, c'est au contraire sur l'anse orientale qu'elle était plus brillante, et de plus, sur cette anse, elle paraissait comme floconneuse. Le 17 et le 29 mars, elle était toujours plus brillante et plus visible à l'est qu'elle ne l'était à l'ouest. A cette dernière date, la zone blanche sur l'anse orientale était traversée vers son milieu par une forme grisâtre étroite, dont on ne pouvait bien saisir les contours, tellement ils étaient vagues (*Pl. II, fig.* 6).

Plusieurs fois, avant ces dernières observations, j'avais constaté des variations d'éclat sur cet anneau, qui tantôt paraissait plus sombre sur l'anse orientale que sur l'anse occidentale, ou bien c'était l'opposé qui avait lieu. Ainsi, le 7 décembre 1877, il paraissait plus lumineux sur l'anse orientale que sur le côté opposé; mais, le 18 du même mois, il était plus brillant sur l'anse occidentale. Le 13 décembre 1882, il était plus foncé sur l'anse orientale, qui paraissait traversée sur une bonne partie de sa largeur par des espèces de rides plus sombres, correspondant avec les dentelures du bord extérieur de la division de Cassini (*Pl. II, fig.* 4). Enfin, le 18 novembre 1883, la division d'Encke, invisible, était remplacée par une bande blanchâtre, assez large, irrégulière et d'un aspect cumuliforme, qui occupait environ le tiers de la largeur de l'anneau (*Pl. II, fig.* 2). Le 12 janvier 1884, on voyait encore sur les anses des formes irrégulières et blanchâtres à la place de la division d'Encke, et, à part ces formes blanchâtres, cet anneau était évidemment beaucoup plus sombre sur son anse orientale que sur l'anse opposée.

Plusieurs observateurs ont également remarqué des variations

Digitized by Google

sur cet anneau. Ainsi Short, au dernier siècle, voyait plusieurs bandes concentriques sur lui (1). Le 26 juin 1780, Sir W. Herschel reconnaissait sur son anse occidentale une bande sombre que l'on ne voyait pas sur la partie correspondante de l'anse opposée (2). Le 29 juin, cette bande n'était plus visible. En 1825, Kater voyait de nombreuses lignes noires concentriques sur cet anneau, qu'il reconnaissait encore en 1826, mais qui avaient entièrement disparu en 1828 (3). En 1837, Encke découvrait la division qui porte son nom, et, d'après ses mesures, il plaçait cette division plus près du bord intérieur de l'anneau que du bord extérieur (4); en 1843, Lassell et Dawes reconnaissaient bien une division sur chacune des anses, mais ils trouvaient qu'elle était plus proche du bord extérieur de l'anneau que de la division cassinienne (5). En 1838, de Vico reconnaissait, outre la division d'Encke, deux autres divisions semblables placées intérieurement à la première (6). Secchi a vu une raie très fine placée intérieurement à la division d'Encke (7); With en a vu plusieurs très déliées; Coolidge, en 1855, en reconnaissait une de chaque côté de cette division (8). Struve, Lassell, Hippisley et Watson pensaient que la division d'Encke varie en largeur et en visibilité (9). Schiaparelli et Meyer, en 1881 et 1882, ont tous deux remarqué que la division d'Encke était plus facilement visible sur l'anse orientale, où elle occupait à peu près le milieu de l'anneau, que sur l'anse opposée, où elle était plus pâle, plus diffuse et plus proche du bord extérieur de cet anneau (10). Enfin, dernièrement, Perrotin, Thollon et Lockyer ont reconnu trois zones distinctes sur cet anneau, séparées par deux lignes sombres (11); et Paul et Prosper Henry, en mars dernier, constataient la disparition de la division d'Encke, ainsi que l'ap-

(1) Webb, *Celestial objects*, 3e édition, p. 159.
(2) *Philos. Trans.*, 1792; *Chambers descriptive Astronomy*, p. 127.
(3) *Mem. R. A. S.*, vol. IV, p. 383; *Chambers descriptive Astronomy*, p. 127.
(4) *Trans. Berl. Acad.*; *Chambers descriptive Astronomy*, p. 127.
(5) *Monthly Notices R. A. S.*, vol. VI, p. 12.
(6) *Chambers descriptive Astronomy*, p. 128.
(7) Webb, *Celestial objects*, 3e édition, p. 159.
(8) *Annals of the Harvard College Observatory*, vol. II, Part I, p. 82.
(9) *Monthly Notices R. A. S.*, vol. XIV, p. 163, et vol. XVI, p. 152.
(10) *The Observatory*, vol. VI, p. 236.
(11) *Bulletin astronomique*, t. I, p. 251.

Digitized by Google

parition d'une nouvelle ligne noire près de la division de Cassini, et aussi l'apparition d'une étroite bande lumineuse entre ces deux divisions (¹).

Outre les changements de l'anneau A, qui viennent d'être décrits, l'observation de l'ombre que cet anneau projette sur le globe saturnien montre qu'il s'en accomplit d'autres, non moins importants peut-être, et plus profonds. Par suite de l'inclinaison des axes terrestre et saturnien sur l'écliptique, et du mouvement de Saturne et de notre globe dans l'espace, l'ombre projetée par les anneaux sur le corps de la planète nous apparaît tantôt en dehors, et tantôt en dedans de cette portion des anneaux qui passe devant Saturne, l'ombre extérieure étant portée par l'anneau A, et l'ombre intérieure appartenant à l'anneau crépusculaire C.

Ordinairement, l'ombre portée par l'anneau A est noire comme encre, et en général son bord est d'une grande netteté, bien qu'il subisse parfois des déformations remarquables et apparaisse alors dentelé comme une scie. Ces déformations sont très rares, et je ne les ai encore observées que trois fois : les 24, 28 et 29 décembre 1878. Le 29, la forme dentelée était déjà beaucoup moins évidente, et, le 31, on n'en voyait plus aucune trace. Au point de vue de la structure de l'anneau A, cette forme dentelée de son ombre serait importante s'il était constaté qu'elle résultait de la forme irrégulière du bord extérieur de l'anneau A; mais mes observations ne permettent guère de supposer qu'il en était ainsi, car j'ai pu me convaincre que plusieurs des dentelures correspondaient avec l'intervalle grisâtre qui séparait entre elles les taches blanches cumuliformes que l'on distinguait alors sur la partie de la planète sur laquelle l'ombre se trouvait projetée, de sorte que ces dentelures sembleraient plutôt indiquer l'irrégularité de la surface de Saturne que celle du bord de son anneau.

Cependant l'ombre de l'anneau A révèle des phénomènes très importants sur la constitution intérieure de cet anneau. En effet, si en général cette ombre est nette et apparaît noire comme encre, il n'en est pas toujours ainsi, et, en plusieurs occasions, j'ai constaté avec la plus entière évidence qu'elle était grisâtre et non pas noire. J'ai même reconnu avec facilité que cette ombre était divisée

(¹) *Bulletin astronomique*, t. I, p. 132.

Digitized by Google

en deux zones parfaitement distinctes : l'une noire et l'autre grise, la zone noire étant située intérieurement à la grise, et s'avançant parallèlement à son bord, contre l'anneau A.

En 1877, j'avais déjà constaté un phénomène semblable, sans que toutefois il éveillât mon attention quant à sa cause. Ainsi, les 11, 17, 24 et 25 juin et les 10 et 16 août de la même année, je notais dans mon journal d'observations : « L'ombre de l'anneau A sur le globe n'est pas noire, mais grise. » Le 30 août, je notais encore : « L'ombre de l'anneau ne me paraît pas noire, comme il y a quelque temps, mais grise, bien que je reconnaisse cependant des parties plus sombres sur elle. » En octobre, novembre et décembre 1878, l'ombre était parfaitement nette et noire comme encre; en 1879, elle me paraissait également noire et nettement terminée. Il en était de même en janvier et février 1880. Les 11 et 19 novembre de la même année, elle était encore nette et très noire, mais, le 21 du même mois, elle se montra sous un aspect tout nouveau.

Par suite de la position occidentale du Soleil d'abord, et ensuite de Saturne, par rapport à la Terre, à cette dernière date, l'ombre projetée par l'anneau paraissait plus large à l'est de la planète qu'à l'ouest, s'élargissant graduellement à mesure qu'elle approchait du limbe oriental où sa largeur était près du double de ce qu'elle était sur le limbe occidental. *A cette date, l'ombre de l'anneau n'était évidemment pas noire sur toute sa largeur, mais grisâtre extérieurement, et noire intérieurement, à commencer d'un point du bord de l'anneau* A, *situé un peu à l'ouest du méridien central, jusqu'au limbe est; allant sans cesse s'élargissant et s'étendant concentriquement et parallèlement avec la bordure extérieure de l'ombre grisâtre.* Afin de conserver toute son originalité à cette observation importante, je donnerai ici une copie textuelle des observations qui s'y rattachent :

21 novembre 1880, $6^h 35^m$, vue excellente : l'ombre de l'anneau sur le globe n'est pas noire, mais grise. En comparant cette ombre avec celle du globe sur les anneaux, le contraste est frappant. Il est certain que le phénomène est bien ainsi que je le décris, bien que je n'en connaisse pas l'explication. Un croquis accompagne cette note.

22 novembre, $6^h 26^m$, vue bonne : l'ombre de l'anneau sur le globe n'est pas noire, mais grise comme une pénombre. Bien que cette ombre soit grise, son bord est cependant net et parfaitement bien défini. Cette ombre

Digitized by Google

grisâtre ne s'étend pourtant pas jusqu'au bord de l'anneau A, car intérieurement on reconnaît une ombre noire fort nette qui naît contre la bordure de l'anneau, un peu à l'ouest du méridien central, et va graduellement en s'élargissant jusqu'au limbe est, se tenant parallèlement avec le bord de l'ombre grisâtre située un peu plus bas, au nord. Cette observation est positive, il n'y a pas à s'y tromper; il y a bien une ombre noire et une ombre grise. Un croquis accompagne cette note. Il est reproduit ici (*Pl. II, fig.* 1).

23 novembre, $7^h 15^m$, vue passable : l'ombre de l'anneau paraît toujours grise et plus large à l'est, comme les jours précédents.

25 novembre, $7^h 10^m$, vue très bonne : l'ombre de l'anneau apparaît grise, comme les jours précédents.

26 novembre, $7^h 30^m$, vue bonne : l'ombre de l'anneau est toujours grise extérieurement et noire intérieurement; mais sa partie grise est peut-être un peu moins large qu'auparavant, tandis que la partie noire semble plus large.

30 novembre, $8^h 5^m$, vue excellente : l'ombre de l'anneau est toujours plus large près du limbe oriental, et il est positif qu'elle n'est pas noire, mais grise, excepté tout contre l'anneau où elle est noire sur sa moitié orientale. Le phénomène est singulier, mais c'est bien ainsi qu'il se présente, et la comparaison de cette ombre avec celle du globe sur les anneaux montre une différence frappante. Un croquis accompagne cette note.

4 décembre, $7^h 53^m$, vue excellente : l'ombre de l'anneau extérieur sur le globe est plus large à l'est qu'à l'ouest, et se recourbe par en bas en approchant du limbe oriental. Cette ombre n'est évidemment pas noire dans sa partie inférieure : il n'y a que vers le haut, contre l'anneau A, où elle le soit. Dans sa partie inférieure, elle est aujourd'hui d'un gris plus foncé, qui parfois me semble teinté de *rouge sombre*. Il est positif que la bande inférieure de cette ombre n'est pas noire comme l'ombre du globe sur les anneaux.

8 décembre, $5^h 30^m$, vue médiocre : l'ombre de l'anneau paraît toujours grise.

9 décembre, $7^h 30^m$, vue médiocre : l'ombre de l'anneau paraît grise.

14 décembre, $5^h 10^m$, vue bonne : l'ombre de l'anneau n'est pas noire, il n'y a aucun doute à avoir sur ce fait, quoiqu'il ne soit pas facile à expliquer; mais cette ombre n'est pas nette sur ses bords comme auparavant. Un croquis accompagne cette note.

16 décembre, $6^h 0^m$, vue passable : l'ombre de l'anneau paraît grise, mais diffuse sur son bord, cela est évident.

C'est la dernière fois que ce fait est noté dans mon journal. Ce phénomène singulier semble déjà avoir été observé plusieurs fois,

Digitized by Google

bien qu'il n'ait cependant pas éveillé l'attention des observateurs. Ainsi, le 10 octobre 1850, Bond nomme l'ombre de l'anneau *a dusky line* (1) et sur la *fig.* 56 de son Mémoire, qui se rapporte à cette observation, il représente cette ombre avec des hachures grises. Le 15 novembre de la même année, il représente également cette ombre avec des hachures grises, tandis que l'ombre du globe sur les anneaux est représentée en noir. Selon Webb (2), l'ombre de l'anneau aurait quelquefois été invisible quand on aurait dû la voir. Dawes attribuait cette disparition à l'atmosphère de Saturne. Bond (3), Dawes et Huggins (4), ont aperçu des traces de l'anneau quand il présentait son côté obscur à l'observateur. Dawes le voyait rouge-cuivre sombre et Huggins bleu foncé. D'après les observations de Bond en 1848 et 1849 (5), l'anneau non éclairé, vu de la Terre, était d'autant plus visible que le Soleil se trouvait plus éloigné du plan de l'anneau. De plus, on remarquait sur cet anneau une partie non illuminée qui correspondait avec l'anneau B. Si la surface des anneaux privée des rayons directs du Soleil avait été rendue faiblement lumineuse par une réfraction atmosphérique, il est évident que c'est l'anneau B, le plus large et le plus brillant, qui aurait été le plus visible; or, c'est précisément lui qui l'était le moins. Alors il est à présumer que c'est à la lumière solaire, transmise à travers leur substance, que les anneaux A et C devaient leur faible illumination.

Il est évident qu'une atmosphère entourant Saturne et ses anneaux, comme le concevaient Dawes et Bond, ne saurait expliquer les phénomènes qui viennent d'être décrits. Pour ma part, je ne vois guère que la transparence des anneaux A et C qui puisse en rendre compte. Mais, si l'anneau A est transparent, il est évident qu'il ne l'est pas toujours, et il est même supposable qu'il ne l'est que rarement, puisque, en général, l'ombre qu'il porte sur Saturne est noire comme encre, et que sa bordure est nettement arrêtée. La transparence de l'anneau C est mise en évidence par le limbe de Saturne qui se montre à travers cet anneau; mais il n'en saurait être

(1) *Annals of the Harvard College Observatory*, vol. II, Part I, p. 46.
(2) Webb, *Celestial objects*, 3e édition, p. 165.
(3) *Annals of the Harvard College Observatory*, vol. II, Part I, p. 32.
(4) Webb, *Celestial objects*, 3e édition, p. 165.
(5) *Annals of the Harvard College Observatory*, vol. II, Part I, p. 112.

Digitized by Google

de même pour l'anneau A, du moins quand son ombre est visible de la Terre, car alors la partie du limbe qui se trouve placée sous lui n'est pas lumineuse, mais obscurcie par l'ombre des anneaux. Ce n'est que quand la Terre se trouve plus élevée que le Soleil, au-dessus du plan des anneaux, que l'on pourrait espérer voir le limbe à travers l'anneau A, s'il était transparent; car alors son ombre ne s'y opposerait point, puisqu'elle serait projetée sur le globe intérieurement à cet anneau. Mais il serait beaucoup plus difficile de constater sa transparence par ce moyen que cela ne l'est pour l'anneau C, parce que l'anneau A, étant beaucoup plus lumineux que l'anneau crépusculaire, et ayant à peu près la même couleur et la même intensité lumineuse que le bord du limbe de Saturne, offrirait trop peu de contraste avec lui et ne permettrait pas par conséquent de le reconnaître, quand même l'anneau serait transparent en cet endroit.

L'occultation d'étoiles brillantes par cet anneau serait plutôt de nature à indiquer sa transparence. Mais, outre que ce phénomène doit être excessivement rare, ce n'est sans doute aussi que fort rarement que cet anneau est transparent; et il est même présumable qu'il ne l'est que par place, et jamais sur toute son étendue. Et puis, nous manquons d'éphémérides qui nous donnent l'instant des occultations d'étoiles par l'anneau. Vu l'intérêt qui s'attache à ce sujet, il serait à désirer que l'on nous donnât dans la *Connaissance des Temps* ou dans le *Nautical Almanac,* l'instant des occultations des étoiles de la 1re à la 6e grandeur par les anneaux de Saturne.

D'après les observations décrites plus haut, il est évident que l'anneau A était seul transparent, l'anneau B étant resté parfaitement opaque, comme le prouve l'ombre noire intérieure à l'ombre grisâtre, qui était à la position exacte que devait occuper cette ombre. Les variations de l'intensité de l'ombre grise de l'anneau A indiquent, à n'en pas douter, des changements profonds qui affectent l'anneau dans toute son épaisseur et déplacent ses éléments constitutifs.

Changements observés sur la division de Cassini. — Il résulte de mes observations faites avec les grands instruments de l'observatoire de Harvard College et de l'observatoire naval de Washing-

Digitized by Google

ton, que la division de Cassini paraît un peu moins foncée que le fond du ciel sur lequel la planète se trouve projetée (1). Cette division semble aussi varier en intensité, paraissant parfois plus ou moins sombre et plus ou moins visible. D'après Jacob, elle n'est décidément pas noire, mais est remplie d'une matière faiblement lumineuse (2). Secchi ne la trouvait pas noire non plus, mais parfois rougeâtre et d'autres fois bleuâtre. Bond la jugeait moins foncée que la partie du ciel comprise dans les anses, et Coolidge, le 27 mars 1856, la trouvait plus foncée sur sa partie sud-ouest et nord-est que sur le côté opposé (3).

Bien qu'il soit probable que la division cassinienne ne soit pas entièrement libre de matière, il semble certain qu'elle doit avoir une très grande transparence qui permettrait de voir le corps lumineux de Saturne à travers. Dans le Mémoire cité plus haut (4), je disais : « Bien que j'aie plusieurs fois essayé de voir la planète à travers la division principale, je n'en ai jamais vu la moindre trace » ; et je continuais un peu plus loin « je ne vois pas pourquoi la planète n'a jamais été vue à travers cette division ».

Dernièrement, cependant, le professeur Young, en compagnie du professeur Hall, annonçait qu'ils avaient pu voir le corps de la planète à travers la division de Cassini, à l'aide de la lunette de 23 pouces de l'observatoire de Halsted (5). D'après l'éphéméride des éléments apparents des anneaux de Saturne, on voit qu'à l'époque où cette observation a été faite, le limbe nord du globe de Saturne se trouvait encore derrière la division cassinienne, et s'avançait même un peu au delà, derrière l'anneau A, jusqu'à près de la moitié de sa largeur. Dans ces conditions, il n'est guère douteux que la partie de la planète située derrière elle devait être visible à travers la division de Cassini, si toutefois cette partie se trouvait en ce moment illuminée par le Soleil.

A l'époque de l'observation, l'ombre portée par les anneaux de Saturne devait à fort peu de chose près couvrir les parties du globe qui se trouvaient cachées pour l'observateur par la portion des

(1) *Proceedings of the american Academy*, vol. III, p. 174.
(2) *Monthly Notices R. A. S.*, vol. XIII, p. 262.
(3) *Annals of the Harvard College Observatory*, vol. II, Part I, p. 92.
(4) *Proceedings of the american Academy*, vol. III, p. 174.
(5) *The Observatory*, vol. VII, p. 115.

Digitized by Google

anneaux qui passait devant ce globe, puisque la planète avait alors presque la même latitude et la même longitude héliocentrique que la Terre. Pour que le corps de la planète fût visible à travers la division de Cassini à cette époque, il fallait nécessairement qu'il y eût coïncidence entre les deux phénomènes, et que le rayon visuel de l'observateur, en traversant cette division, rencontrât l'étroite bande illuminée par les rayons solaires qui passaient à travers elle; or la coïncidence existait, sinon entièrement, au moins en partie, de sorte que c'est bien la planète qu'ont vue les deux habiles observateurs américains.

(A suivre.)

ÉLÉMENTS ET ÉPHÉMÉRIDE DE LA COMÈTE D'ENCKE,

PAR M. O. BACKLUND.

Époque et osculation. 1884 déc. 18,0, temps moyen de Berlin.

$$M = 336^{\circ}.14'.55'',31$$
$$\varphi = 57.45.20,46$$
$$\left.\begin{array}{l} \Omega = 334.36.54,56 \\ \pi = 158.32.44,95 \\ i = 12.54.\ 0,14 \end{array}\right\} \text{Équin. moyen 1885,0.}$$
$$\mu = 1072'',973106$$
$$\mu' = +\ 0'',054000$$

Éphéméride.

12h temps moyen de Berlin.

DÉCEMBRE 1884.

Dates.	⅄ app. h m s	(☾) app. ° ′ ″	log r.	log Δ.	T d aberr. m s
1 ...	22.43.42,21	+ 4.19.31,8	0,2438	0,1420	11.30
2 ...	22.43.34,30	+ 4.15.19,6	0,2408	0,1429	11.32
3 ...	22.43.28,70	+ 4.11.22,3	0,2378	0,1438	11.33
4 ...	22.43.25,40	+ 4. 7.39,7	0,2347	0,1447	11.34
5 ...	22.43.24,35	+ 4. 4.11,8	0,2316	0,1455	11.36
6 ...	22.43.25,53	+ 4. 0.58,5	0,2284	0,1463	11.38
7 ...	22.43.28,91	+ 3.57.59,9	0,2252	0,1471	11.39
8 ...	22.43.34,45	+ 3.55.15,7	0,2220	0,1478	11.40
9 ...	22.43.42,15	+ 3.52.46,1	0,2188	0,1486	11.41
10 ...	22.43.52,00	+ 3.50.30,8	0,2155	0,1493	11.42
11 ...	22.44. 3,97	+ 3.48.29,9	0,2122	0,1499	11.43
12 ...	22.44.18,01	+ 3.46.43,2	0,2088	0,1505	11.44
13 ...	22.44.34,11	+ 3.45.10,9	0,2054	0,1511	11.45
14 ...	22.44.52,23	+ 3.43.52,6	0,2019	0,1517	11.45
15 ...	22.45.12,37	+ 3.42.48,3	0,1984	0,1522	11.46

Digitized by Google

Dates	Æ app.	⏨ app.	log r.	log Δ.	T. d'aberr.
		Décembre 1884.			
	h m s	° ′ ″			m s
16 ...	22.45.34,48	+ 3.41.57,9	0,1948	0,1526	11.47
17 ...	22.45.58,55	+ 3.41.21,3	0,1912	0,1530	11.48
18 ...	22.46.24,56	+ 3.40.58,4	0,1875	0,1533	11.48
19 ...	22.46.52,47	+ 3.40.49,1	0,1838	0,1536	11.49
20 ...	22.47.22,26	+ 3.40.53,2	0,1800	0,1539	11.49
21 ...	22.47.53,91	+ 3.41.10,6	0,1762	0,1541	11.50
22 ...	22.48.27,38	+ 3.41.41,2	0,1723	0,1542	11.50
23 ...	22.49. 2,65	+ 3.42.24,9	0,1683	0,1543	11.50
24 ...	22.49.39,70	+ 3.43.21,5	0,1643	0,1544	11.50
25 ...	22.50.18,49	+ 3.44.30,8	0,1602	0,1544	11.50
26 ...	22.50.59,00	+ 3.45.52,7	0,1561	0,1544	11.50
27 ...	22.51.41,21	+ 3.47.27,0	0,1519	0,1543	11.50
28 ...	22.52.25,09	+ 3.49.13,7	0,1476	0,1541	11.50
29 ...	22.53.10,62	+ 3.51.12,5	0,1433	0,1537	11.49
30 ...	22.53.57,78	+ 3.53.23,2	0,1389	0,1533	11.49
31 ...	22.54.46,56	+ 3.55.45,8	0,1344	0,1529	11.48
		Janvier 1885.			
1 ..	22.55.36,94	+ 3.58.20,1	0,1299	0,1524	11.47
2 ...	22.56.28,90	+ 4. 1. 5,9	0,1253	0,1519	11.46
3 ...	22.57.22,42	+ 4. 4. 3,0	0,1206	0,1512	11.45
4 ...	22.58.17,49	+ 4. 7.11,3	0,1158	0,1506	11.44
5 ...	22.59.14,10	+ 4.10.30,7	0,1109	0,1498	11.43
6 ...	23. 0.12,22	+ 4.14. 0,9	0,1060	0,1490	11.41
7 ...	23. 1.11,85	+ 4.17.41,9	0,1009	0,1480	11.40
8 ...	23. 2.12,99	+ 4.21.33,5	0,0958	0,1471	11.38
9 ...	23. 3.15,60	+ 4.25.35,4	0,0906	0,1461	11.37
10 ...	23. 4.19,68	+ 3.29.47,4	0,0853	0,1448	11.35
11 ...	23. 5.25,22	+ 3.34. 9,4	0,0798	0,1435	11.33
12 ...	23. 6.32,19	+ 3.38.41,2	0,0743	0,1422	11.31
13 ...	23. 7.40,59	+ 4.43.22,5	0,0686	0,1407	11.29
14 ...	23. 8.50,38	+ 4.48.13,0	0,0629	0,1392	11.26
15 ...	23.10. 1,57	+ 4.53.12,5	0,0570	0,1375	11.24
16 ...	23.11.14,12	+ 4.58.20,6	0,0510	0,1358	11.21
17 ...	23.12.28,02	+ 5. 3.37,1	0,0449	0,1339	11.18
18 ...	23.13.43,24	+ 5. 9. 1,6	0,0387	0,1320	11.15
19 ...	23.14.59,77	+ 5.14.33,7	0,0323	0,1299	11.12
20 ...	23.16.17,59	+ 5.20.12,9	0,0258	0,1278	11. 8
21 ...	23.17.36,66	+ 5.25.58,8	0,0193	0,1255	11. 5
22 ...	23.18.56,95	+ 5.31.50,9	0,0124	0,1231	11. 1
23 ...	23.20.18,44	+ 5.37.48,8	0,0054	0,1205	10.57
24 ...	23.21.41,10	+ 5.43.51,8	9,9983	0,1179	10.53
25 ..	23.23. 4,89	+ 5.49.59,1	9,9910	0,1151	10.49

Digitized by Google

Dates.	☊ app.	(☊) app.	log r.	log Δ.	T d'aberr.
		JANVIER 1883.			
	h m s	° ′ ″			m s
26...	23.24.29,76	+ 5.56.10,1	9,9886	0,1122	10.45
27....	23.25.55,69	+ 6. 2.23,9	9,9759	0,1091	10.41
28...	23.27.22,61	+ 6. 8.39,8	9,9681	0,1059	10.36
29...	23.28.50,49	+ 6.14.56,7	9,9601	0,1025	10.31
30...	23.30.19,26	+ 6.21.13,7	9,9519	0,0990	10.25
31...	23.31.48.88	+ 6.27.29,6	9,9435	0,0953	10.20

(*A suivre.*)

OBSERVATIONS DES SATELLITES DE JUPITER PENDANT L'OPPOSITION DE 1883-1884,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE TOULOUSE.

Dans la 4e colonne : *a* = bonnes conditions d'observation; *b* = conditions assez bonnes; *c* = conditions passables; *d* = conditions médiocres.

Dans la 5e colonne : α désigne le grand télescope; β, l'équatorial Brunner; γ, le petit télescope; δ, l'équatorial Secrétan.

Dans la 8e colonne : B. désigne M. Baillaud; S. B., M. Saint-Blancat; F., M. Fabre; M., M. Montangerant.

Dates.	Sat.	Phénom.	Condit.	Instr.	Grossiss.	Heure, t. m. de Toulouse.	Observ
				SEPTEMBRE 1883.			
						h m s	
6...	I.	P. Em.		α	410	1er contact : 14.48.14	F.
						2e » 14.51.44	
				NOVEMBRE 1883.			
14...	I.	P. Im.		α	335	1er contact : 13.14.19	F.
						2e » 13.18. 1	
14...	I.	P. Em.		α	335	1er contact : 15.32.19	F.
						2e » 15.35.59	
15...	II.	Omb. Im.		α	335	1er contact : 11.31.18	F.
						2e » 11.34.48	
29...	I.	Ec. D.	*a*	γ	210	13. 3. 9	S. B.
29...	I.	Oc. R.	*a*	γ	210	1er contact : 16.22.11	S. B.
						2e » 16.25. 7	
30...	I.	P. Im.	*b*	γ	210	1er contact : 11.17. 1	S. B.
						2e » 11.21.26	
30...	I.	P. Em.	*b*	γ	210	1er contact : 13.35.41	S. B.
						2e » 13.40.11	

Digitized by Google

Dates.	Sat.	Phénom.	Condit.	Instr.	Grossiss.		Heure, t. m. de Toulouse.	Observ.
				Janvier 1884.				
							h m s	
16...	I.	Ec. D.	*d*	β	120		7.48.42,0	B.
16...	I.	Ec. D.	*c*	γ	210		7.49.42,3	S. B.
16...	I.	Oc. R.	*c*	β	250	1er contact :	10.10. 8	B.
						2e »	10.14.17	
16...	I.	Oc. R.	*c*	γ	210	1er contact :	10. 9.47	S. B.
						2e »	10.13. 9	
16...	I.	Oc. R.		α	335	1er contact :	10. 9.45	F.
						2e »	10.13.25	
16...	II.	Ec. D.	*b*	β	250		16.32.54,9	B.
16...	II.	Ec. D.	*a*	δ	130		16.32.30	S. B.
24...	I.	P. Im.	*b*	β	250	1er contact :	6.52.42	B.
						2e »	6.58. 5	
25...	II.	P. Im.	*a*	δ	130	1er contact :	12.55.43	S. B.
						2e »	13. 0.27	
30...	I.	Oc. D.	*a*	β	120	1er contact :	11.14. 6	S. B.
						2e »	11.19.20	
30...	I.	Ec. R.	*a*	δ	130		13.53.32,5	S. B.
				Février 1884.				
3...	II.	Oc. D.	*c*	β	150	1er contact :	10. 9. 7	B.
						2e »	10.15.55	
7...	I.	P. Im.	*d*	γ	210	1er contact :	10.21.17	S. B.
						2e »	10.26.22	
9...	I.	P. Em.	*b*	β	250	1er contact :	7. 5.24	B.
						2e »	7. 9.37	
12...	II.	P. Im.	*d*	β	250	1er contact :	6.32.43	B.
						2e »	6.37. 8	
12...	II.	P. Im.	*d*	δ	130	1er contact :	6.33.17	S. B.
						2e »	6.38. 1	
12...	II.	P. Em.	*c*	β	150	1er contact :	9.26.57	B.
						2e »	9.36. 1	
12...	II.	P. Em.	*d*	δ	130	1er contact :	9.27.48	S. B.
						2e »	9.32.23	
13...	III.	Omb. Im.	*d*	β	150	1er contact :	6.30.27	B.
						2e »	6.35.27	
13...	III.	P. Em.	*c*	β	150	1er contact :	7.35.48	B.
						2e »	7.42.43	
14...	I.	P. Im.	*a*	δ	190	1er contact :	12. 6.58	S. B.
						2e »	12.11.49	
15...	I.	Oc. D.	*d*	α	335	1er contact :	9.13.48	S. B.
						2e »	9.17.24	

Digitized by Google

Dates.	Sat.	Phénom.	Condit.	Instr.	Grossiss.		Heure, t. m. de Toulouse.	Observ
						Février 1884.		
							h m s	
15...	I.	Ec. R.	*c*	α	335		12.11. 8	S. B.
20...	III.	P. Im.	*a*	δ	160	1er contact :	7.33.36	M.
						2e »	7.38.50	
21...	II.	Ec. R.	*d*	δ	160		8.22. 9,1	M.
22...	I.	Oc. D.	*d*	α	335	1er contact :	10.58.51	S. B.
						2e »	11. 2.55	
24...	I.	Ec. R.	*a*	δ	160		8.35.10,4	M.
26...	II.	P. Im.	*b*	δ	160	1er contact :	11.12.20	M.
						2e »	11.17.15	
27...	III.	P. Im.	*b*	β	250	1er contact :	10.54.35	B.
						2e »	11. 4.14	
27...	III.	P. Im.	*a*	α	335	1er contact :	10.56.52	B.
						2e »	11. 2.24	
27...	III.	P. Im.	*b*	δ	160	1er contact :	10.54.43	M.
						2e »	11. 1.57	
27...	III.	P. Em.	*a*	α	335	1er contact :	14.27.53	S. B.
						2e »	14.33. 8	
27...	III.	P. Em.	*b*	δ	160	1er contact :	14.27. 2	M.
						2e »	14.34.31	
28...	II.	Ec. R.	*b*	δ	160		10.57.26,2	M.
						Mars 1884.		
1...	I.	P. Im.	*a*	α	335	1er contact :	10. 7.12	S. B.
						2e »	10.12.27	
1...	I.	P. Im.	*a*	δ	160	1er contact :	10. 7.59	M.
						2e »	10.12.53	
1...	I.	Omb. Im.	*a*	α	335	1er contact :	11. 4.27	S. B.
						2e »	11. 7.12	
1...	I.	Omb. Im.	*a*	δ	160	1er contact :	11. 4.50	M.
						2e »	11. 7.44	
1...	I.	P. Em.	*a*	α	335	1er contact :	12.25.47	S. B.
						2e »	12.30.27	
1...	I.	P. Em.	*a*	δ	160	1er contact :	12.25. 6	M.
						2e »	12.29.41	
1...	I.	Omb. Em.	*a*	α	335	1er contact :	13.18.47	S. B.
						2e »	13.21.42	
1...	I.	Omb. Em.	*a*	δ	160	1er contact :	13.17.53	M.
						2e »	13.20.32	
2...	I.	Oc. D.	*a*	β	250	1er contact :	7.14. 5	B.
						2e »	7.17.33	
2...	I.	Oc. D.	*a*	δ	160	1er contact :	7.14.22	
						2e »	7.18. 2	
2...	III.	Ec. R.	*a*	β	250		7.56.56,8	B.
2...	III.	Ec. R.	*a*	γ	210		7.57.35,2	S. B.

Digitized by Google

Dates.	Sat	Phénom.	Condit.	Instr.	Grossiss.		Heure, t. m. de Toulouse	Observ
						Mars 1884.		
							h m s	
2...	III.	Ec. R.	*a*	δ	160		7.58.10,3	M.
2...	I.	Ec. R.	*a*	β	250		10.29.38,1	B.
2...	I.	Ec. R.	*a*	γ	210		10.29.44,0	S. B.
2...	I.	Ec. R.	*a*	δ	160		10.29.50,4	M.
3...	I.	P. Em.	*b*	β	250	1er contact :	6.52.46	B.
						2e »	6.57.11	
3...	I.	P. Em.	*b*	δ	160	1er contact :	6.52.45	M.
						2e »	6.56.50	
4...	IV.	Ec. D.	*b*	β	250		9.59.38,7	B.
4...	IV.	Ec. D.	*a*	α	335		10. 0.37,7	S. B.
4...	IV.	Ec. D.	*a*	δ	160		9.58. 3,2	M.
6...	II.	Ec. R.	*b*	α	335		13.33. 0,0	S. B.
8...	I.	P. Im.	*a*	β	340	1er contact :	11.56.27	B.
						2e »	12. 0.40	
8...	I.	P. Im.	*a*	γ	210	1er contact :	11.56.49	S. B.
						2e »	12. 0.46	
8...	I.	P. Im.	*a*	δ	160	1er contact :	11.55.57	M.
						2e »	12. 0.52	
9...	III.	Oc. R.	*a*	α	335	1er contact :	7.42. 6	S. B.
						2e »	7.49.16	
9...	III.	Oc. R.	*a*	δ	160	1er contact :	7.44. 9	M.
						2e »	7.49.18	
9...	III.	Ec. D.	*b*	β	340		8.31.41	B.
9...	III.	Ec. D.	*a*	α	410		8.32.20	S. B.
9...	III.	Ec. D.	*a*	δ	160		8.31.51	M.
9...	I.	Oc. D.	*b*	β	340	1er contact :	9. 2.33	B.
						2e »	9. 6.22	
9...	I.	Oc. D.	*a*	α	410	1er contact :	9. 3. 1	S. B.
						2e »	9. 6.41	
9...	I.	Oc. D.	*b*	δ	160	1er contact :	9. 1.46	M.
						2e »	9. 6.20	
9...	III.	Ec. R.	*c*	α	335		11.57.38	S. B.
9...	III.	Ec. R.	*c*	δ	160		11.58.27	M.
10...	I.	Omb. Im.	*c*	δ	160	1er contact :	7.29.19	M.
						2e »	7.33.34	
10...	I.	P. Em.	*d*	α	335	1er contact :	8.41.29	S. B.
						2e »	8.45.54	
10...	I.	P. Em.	*d*	δ	160	1er contact :	8.40.35	M.
						2e »	8.45.15	
15...	II.	P. Em.	*d*	α	335	1er contact :	8. 7.12	S. B.
						2e »	8.12.42	
15...	II.	P. Em.	*d*	δ	160	1er contact :	8. 5.17	M.
						2e »	8.10.21	

Digitized by Google

Dates.	Sat.	Phénom.	Condit.	Instr.	Grossiss.	Heure, t. m. de Toulouse.	Observ.
						Mars 1884.	
						h m	
16...	III.	Oc. D.	c	β	340	1er contact : 7.44. 9	B.
						2e » 7.53.11	
16...	III.	Oc. D.	d	α	335	1er contact : 7.44.15	S. B.
						2e » 7.55.55	
16...	III.	Oc. D.	d	δ	160	1er contact : 7.45.36	M.
						2e » 7.53.59	
16...	I.	Oc. D.	d	β	340	1er contact : 10.50.17	B.
						2e » 10.55.31	
16...	I.	Oc. D.	c	α	335	1er contact : 10.51.20	S. B.
						2e » 10.55.40	
16...	I.	Oc. D.	d	δ	160	1er contact : 10.51.11	M.
						2e » 10.56.30	
16...	III.	Oc. R.	c	β	340	1er contact : 11.23.26	B.
						2e » 11.30.40	
16...	III.	Oc. R.	c	α	335	1er contact : 11.21.55	S. B.
						2e » 11.31.10	
16...	III.	Oc. R.	d	δ	160	1er contact : 11.18. 1	M.
						2e » 11.29.39	
16...	III.	Ec. D.	c	β	340	12.32.15,8	B.
16...	III.	Ec. D.	c	α	335	12.32.33	S. B.
16...	III.	Ec. D.	d	δ	160	12.32.34	M.
17...	I.	P. Im.	b	β	340	1er contact : 8.12.12	B.
						2e » 8.18. 2	
17...	I.	P. Im.	d	δ	160	1er contact : 8.12.32	M.
						2e » 8.17.42	
17...	I.	Omb. Im.	d	δ	160	1er contact : 9.20.52	M.
						2e » 9.26. 7	
17...	I.	P. Em.	d	β	340	1er contact : 10.29.20	B.
						2e » 10.36.45	
17...	I.	P. Em.	c	δ	160	1er contact : 10.31.57	M.
						2e » 10.37.12	
18...	I.	Ec. R.	a	α	335	8.49. 2,1	S. B.
18...	I.	Ec. R.	b	δ	160	8.48.48,5	M.
21...	IV.	Ec. R.	b	δ	160	8.23.59,5	M.
22...	II.	P. Im.	d	α	335	1er contact : 7.39.41	S. B.
						2e » 7.46.21	
22...	II.	P. Im.	d	δ	160	1er contact : 7.41.13	M.
						2e » 7.47. 7	
23...	III.	Oc. D.	d	δ	160	1er contact : 11.31.10	M.
						2e » 11.40. 4	
23...	I.	Oc. D.	d	δ	160	1er contact : 12.43.44	M.
						2e » 12.48. 3	
24...	II.	Ec. R.	a	δ	160	8. 1.41,3	M.

Digitized by Google

Dates.	Sat.	Phenom.	Condit.	Instr.	Grossiss.	Heure, t. m. de Toulouse.	Observ.
						Mars 1884.	
						h m s	
24...	I.	P. Im.	*a*	α	410	1er contact : 10. 5.38	S. B.
						2e » 10. 9.34	
24...	I.	P. Im.	*a*	δ	160	1er contact : 10. 3.26	M.
						2e » 10. 9.15	
24...	I.	P. Em.	*b*	α	335	1er contact : 12.21.55	S. B.
						2e » 12.26.30	
24...	I.	P. Em.	*d*	δ	160	1er contact : 12.21.24	M.
						2e » 12.27.33	
25...	I.	Oc. D.	*b*	δ	160	1er contact : 7.10.26	M.
						2e » 7.15.45	
25...	I.	Ec. R.	*b*	α	335	10.44.13,5	S. B.
25...	I.	Ec. R.	*b*	δ	160	10.45.13,5	M.
26...	I.	P. Em.	*a*	δ	160	1er contact : 6.49.47	M.
						2e » 6.54.27	
						Avril 1884.	
1...	I.	Ec. R.	*d*	δ	160	12.40.36,6	M.
3...	III.	P. Em.	*c*	δ	160	1er contact : 8.50.24	M.
						2e » 8.58.33	
3...	III.	Omb. Im.	*b*	δ	160	1er contact : 10.24. 9	M.
						2e » 10.31.23	
7...	II.	Oc. D.	*d*	δ	160	1er contact : 7.45. 5	M.
						2e » 7.52. 4	
7...	II.	Ec. R.	*d*	β	340	13.12.47,6	S. B.
7...	II.	Ec. R.	*d*	δ	160	13.13. 4,0	M.
8...	I.	Oc. D.	*a*	δ	160	1er contact : 10.57.32	M.
						2e » 11. 2.16	
9...	I.	P. Im.	*a*	α	335	1er contact : 8.20.19	S. B.
						2e » 8.24.20	
9...	I.	P. Im.	*b*	δ	160	1er contact : 8.18.29	M.
						2e » 8.23.23	
9...	I.	Omb. Im.	*b*	α	335	1er contact : 9.36.40	S. B.
						2e » 9.39.37	
9...	I.	Omb. Im.	*b*	δ	160	1er contact : 9.34.16	M.
						2e » 9.39.10	
9...	I.	P. Em.	*a*	α	335	1er contact : 10.37. 2	S. B.
						2e » 10.40.45	
9...	I.	Omb. Em.	*d*	α	335	1er contact : 11.48.57	S. B.
						2e » 11.51.22	
10...	I.	Ec. R.	*a*	δ	160	9. 4.22,3	M.
10...	III.	P. Im.	*a*	α	335	1er contact : 9.14.50	S. B.
						2e » 9.23.25	
10...	III.	P. Im.	*a*	δ	160	1er contact : 9.10. 5	M.
						2e » 9.21. 4	

Digitized by Google

Dates.	Sat.	Phénom.	Condit.	Instr.	Grossiss.	Heure, t. m. de Toulouse.	Observ
				Mai 1884.			
3...	I.	Ec. R.	*b*	α	335	h m s 9.19.34,8	S. B.
3...	I.	Ec. R.	*c*	δ	160	9.19.51,8	M.
9...	I.	P. Im.	*d*	δ	160	1er contact : 10.32.41 2e » 10.37.55	M.
10...	IV.	Ec. D.	*d*	β	340	10.12.24	S. B.
10...	IV.	Ec. D.	*d*	δ	160	10.10. 9,8	M.
10...	I.	Ec. R.	*b*	β	340	11.15.24	S. B.
10...	I.	Ec. R.	*d*	δ	160	11.15.58,8	M.
16...	III.	P. Em.	*d*	β	340	1er contact : 8.23. 9 2e » 8.30.53	S. B.
27...	IV.	Ec. R.	*c*	δ	160	8.49.36,7	M.

OBSERVATIONS DES PETITES PLANÈTES (71), (239), (240),

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE NICE (ÉQUATORIAL GAUTIER);

PAR M. CHARLOIS.

Dates 1884.		Étoiles de comp.	Grandeurs.	Æ Planète — ★	Dist. pol. Planète — ★
		(71)		m s	′ ″
AOUT 26....	*a*	Lamont.	10	+0.26,29	—2. 8,4
27....	*a*	Id.	10	—0.30,20	—3. 4,5
29....	*b*	10707 Rumker.	8	—2.38,42	+1.31,3
30....	*b*	Id.	8	—3.38,62	+1. 4,2
SEPT. 1....	*b*	Id.	8	—5.46,91	+0.33,3
		(239)			
AOUT 21....	*c*	43467 Lalande.	7	—3.55,51	—7.39,2
22....	*c*	Id.	7	—4.40,15	—0.57,2
23....	*c*	Id.	7	—5.22,68	+5.26,2
24....	*d*	9038 Schjellerup.	9,5	+1.47,93	—0.29,3
26....	*e*	43124 Lalande.	7,5	+1.49,15	+0.12,5
27....	*e*	Id.	7,5	+1. 5,42	+7. 0,6
20....	*f*	43139 Lalande.	8	—1.41,24	—5. 5,5
SEPT. 1....	*f*	Id.	8	—3.10,64	+9.31,1
		(240)			
AOUT 29....	*g*	Anonyme.	10	+3.20,25	—3.10,0
30....	*g*	Id.	10	+2.31,11	+2.26,1
SEPT. 1....	*h*	Anonyme.	8,5	+3.31,39	—2.50,1

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1884.		Æ moy. 1884,0.	Réd. au j.	℘. moy. 1884,0.	Réd. au j.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
AOUT 26...	*a*	22.46.30,05	+3,67	80.18. 0,1	—24,0	Lamont.
27...	*a*	»	+3,68	»	—24,1	Id.

Digitized by Google

Dates 1884		☆ moy. 1884,0. h m s	Red. au j. s	♈. moy 1884.0. ° ′ ″	Red. au j. ″	Autorité.
Aout 29...	*b*	22.46.32,14	+3,69	80.12. 0,7	−24,4	Lamont.
30...	*b*	»	+3,70	»	−24,6	Id.
Sept. 1...	*b*	»	+3,71	»	−24,8	Id.
Aout 21...	*c*	22.11. 3,23	+3,61	95.57.56,5	−24,6	Id.
22...	*c*	»	+3,61	»	−24,7	Id.
23...	*c*	»	+3,62	»	−24,8	Id.
24...	*d*	22. 3. 7.34	+3,63	96.10.40,6	−24,8	Id.
26...	*e*	22. 1.37,10	+3,64	96.23.42,1	−24,8	BAC.
27...	*e*	»	+3,65	»	−24,9	Id.
30...	*f*	22. 2.10,05	+3,66	96.56.59,9	−25,0	Lamont.
Sept. 1...	*f*	»	+3,66	»	−25,1	Id.
Aout 29...	*g*	22.31.43,97	+3,64	101.32.48,4	−25,1	(1).
30...	*g*	»	+3,65	»	−25,1	Id.
Sept. 1...	*h*	22.28.57,80	+3,66	101.50. 1,9	−25,1	(2).

Positions apparentes des planètes.

(71)

Dates 1884.	T. m. de Nice h m s	☆ app. h m s	Log. f. p.	♈. app. ° ′ ″	Log. f. p.	N. de c
Aout 26...	12.11.50	22.47. 0,01	$\bar{2}$,384 *n*	80.15.27,7	0,697 *n*	10
27...	10. 9.22	22.46. 3,53	$\bar{1}$,373 *n*	80.14.31,5	0,711 *n*	8
29...	10.51.19	22.43.57,41	$\bar{1}$,168 *n*	80.13. 7,6	0,701 *n*	7
30...	10. 1.21	22.42.57,22	$\bar{1}$,352 *n*	80.12.40,3	0,709 *n*	6
Sept. 1...	11.20.46	22.40.48,94	$\bar{2}$,812 *n*	80.12. 9,2	0,697 *n*	5

(239)

Aout 21...	11.29.19	22. 7.11,33	$\bar{2}$,822 *n*	95.49.52,4	0,831 *n*	7
22...	11.49.37	22. 6.26,69	$\bar{2}$,285 *n*	95.56.34,6	0,831 *n*	10
23...	10.50.24	22. 5.44,17	$\bar{1}$,084 *n*	96. 2.58,1	0,830 *n*	7
24...	11. 8.23	22. 4.58,90	$\bar{2}$,900 *n*	96. 9.46,5	0,832 *n*	10
26...	11.18.46	22. 3.29,89	$\bar{2}$,627 *n*	96.23.29,8	0,834 *n*	9
27...	11. 5.42	22. 2.46,17	$\bar{2}$,765 *n*	96.30.18,1	0,834 *n*	10
30...	12.23.50	22. 0.32,47	$\bar{1}$,061	96.51.29,2	0,835 *n*	7
Sept. 1...	14.41.59	21.59. 3,03	$\bar{1}$,537	97. 6. 6,8	0,819 *n*	6

(240)

Aout 29...	12.23.50	22.35. 7,86	$\bar{2}$,637	101.29.13,2	0,863 *n*	5
30...	11.16.52	22.34.18,73	$\bar{2}$,868 *n*	101.34.49,5	0,863 *n*	6
Sept. 1...	12.30.39	22.32.32,85	$\bar{2}$,918	101.46.46,6	0,864 *n*	4

(1) Rapportée à 1178o Stone, 10 comp.

(2) Rapportée à 9202 Schjellerup, 4 comp.

Digitized by Google

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

VIERTELJAHRSSCHRIFT DER ASTRONOMISCHEN GESELLSCHAFT. 19e année, 1er fascicule. Leipzig, 1884.

Ce nouveau fascicule du *Bulletin de la Société astronomique,* qui porte en frontispice le portrait d'Argelander, se compose d'analyses et de comptes rendus de publications récentes. C'est d'abord M. H. Seeliger, l'éminent Directeur de l'observatoire de Munich, qui rend compte de deux Mémoires de M. Tisserand, relatifs à la théorie des perturbations (*Mémoire sur le développement de la fonction perturbatrice dans le cas où l'inclinaison mutuelle des orbites est considérable. — Mémoire sur les mouvements séculaires des plans des orbites de trois planètes*). Ces Mémoires ont paru, le premier dans le tome XV, le second dans le tome XVI des *Annales de l'Observatoire de Paris.*

Le second Mémoire (1) s'occupe d'un problème que Lagrange a formulé le premier en 1774 : le mouvement des nœuds de trois orbites planétaires. En reprenant, après d'autres, l'étude de cette question, M. Tisserand a réussi à exprimer les cosinus des inclinaisons des orbites sur un plan fixe à l'aide de deux intégrales elliptiques de troisième espèce. Après avoir développé la solution générale du problème, M. Tisserand l'applique à l'étude d'une question intéressante déjà examinée par Le Verrier : le déplacement séculaire du plan de l'orbite d'une petite masse soumise aux actions combinées de Jupiter et de Saturne. On rencontre ici, à la distance 2,05 du Soleil, un curieux cas d'instabilité, qui pourrait servir à expliquer l'absence de petites planètes aux distances inférieures à cette limite.

M. O. Lohse rend compte de deux Mémoires de M. Schiaparelli, contenant la suite de ses observations sur l'axe de rotation et sur la topographie de la planète Mars. Ces observations ont été faites à Milan, pendant les oppositions de 1879-1880 et de 1881-1882; elles ont confirmé les résultats obtenus en 1877. De nombreuses mesures de l'angle de position de la tache polaire australe ont donné, pour l'époque 1880,0, les résultats suivants :

Axe de rotation.....	$\text{Æ} = 318°7',8$,	$\text{Ⓓ} = 53°37',1$.
Équateur rapp. à l'équateur terrestre.	$\Omega = 48°.\ 7',8$,	$i = 36°.22',9$
Équateur rapp. à l'écliptique	$\Omega = 84.28,3$,	$i = 26.20,6$
Équateur rapp. à l'orbite de Mars....	$\Omega = 86.47,7$,	$i = 24.52,0$

(1) *Voir* pour le premier Mémoire l'analyse du *Bulletin*, t. I, p. 550.

Digitized by Google

Les déterminations de M. Asaph Hall, réduites à la même époque, montrent que les plans des orbites des deux satellites coïncident, à très peu près, avec l'équateur de la planète; elles donnent :

Phobos..... $\Omega = 47^{\circ}.14',3$, $i = 36^{\circ}.46',6$
Deimos..... $\Omega = 48.\ 6,8$, $i = 35.38,2$

M. Schiaparelli a retrouvé en 1879 tous les objets observés en 1877, à l'exception de deux (un des canaux et un petit lac); mais ces deux objets eux-mêmes ont été revus en 1881.

En somme, les observations semblent démontrer que la configuration générale de la surface a une remarquable fixité. M. Schiaparelli a pu déterminer un grand nombre de points de repère auxquels il est possible de rapporter le détail topographique de la carte. L'opposition de 1881 a été féconde en surprises : elle a fourni l'occasion d'observer ces systèmes de canaux rectilignes qui semblent tirés au cordeau, et dont les dédoublements ont donné lieu à tant d'hypothèses.

M. O. Struve a consacré un article fort intéressant au Mémoire de M. E.-S. Holden sur la nébuleuse d'Orion (*Monograph of the central parts of the nebula of Orion.* Washington, 1882). Les observations de M. Holden se rapportent à la partie centrale de cette grande nébuleuse et n'embrassent qu'une surface d'environ 36 minutes carrées, où des points de repère sont fournis par 54 étoiles du Catalogue de Bond. Malheureusement M. Holden ne s'est pas aperçu de quelques erreurs de désignation qui existent dans ce Catalogue, et qui peuvent devenir une source de confusion; les grandeurs des étoiles n'y sont pas non plus toujours marquées d'une manière exacte, et M. Struve pense qu'il y aurait lieu de les soumettre à une revision complète. Dans la partie historique du Mémoire, on trouve l'analyse de tous les travaux antérieurs sur la nébuleuse d'Orion et des gravures qui ont la prétention de reproduire les dessins des premiers observateurs, mais qui sont souvent d'une exécution très imparfaite; ainsi le dessin de Herschel, que M. Struve préfère même à celui de Bond, est à peine reconnaissable dans cette reproduction; il en est de même du dessin de lord Rosse. Ce qui offre plus d'intérêt, ce sont les observations que M. Holden a faites lui-même, de 1874 à 1880, avec la lunette de 26 pouces de l'observatoire de Washington. Ce sont des mesures micrométriques, mais surtout des comparaisons photométriques des parties les plus brillantes de la nébuleuse et des étoiles qui s'y rencontrent. La variabilité de quelques-unes de ces étoiles, signalée par M. O. Struve, se trouve confirmée par ces nouvelles observations. La conclusion de M. Holden, que M. Struve déclare accepter sans restriction, c'est que la forme de la nébuleuse

Digitized by Google

d'Orion n'a pas changé depuis 1758, mais que l'éclat de certaines parties a subi des variations qui continuent de se produire sous nos yeux. L'emploi de la Photographie permettra sans doute d'arriver, à cet égard, à une certitude complète. La belle photographie des parties centrales de la nébuleuse, que feu Henry Draper a pu obtenir le 14 mars 1882 et qui a demandé un temps d'exposition de $2^h 17^m$, fait déjà concevoir des espérances que les progrès continuels des procédés d'opération ne tarderont pas à réaliser (1). En attendant, M. Struve souhaite que les recherches de M. Holden soient reprises avec un instrument d'une puissance comparable à celle du grand réfracteur de Washington.

Les résultats de la triangulation du Mecklembourg, exécutée sous la direction de F. Paschen, ont été récemment publiés par les soins du général Köhler, de M. Bruhns et de M. Förster (2). Cette publication a fourni à M. Helmert la matière d'un compte rendu très étendu, auquel nous emprunterons quelques détails. Commencée en 1853, la triangulation proprement dite était terminée en 1860; mais les levés topographiques ont été continués jusqu'en 1872. Paschen étant mort l'année suivante, les derniers calculs et la rédaction de l'Ouvrage, qui devait contenir l'exposé des opérations et les résultats de ce grand travail, furent confiés successivement à divers collaborateurs dont les efforts réunis ont rendu possible l'impression des quatre Volumes qui ont paru en 1882. Le réseau des triangles de premier ordre comprend 48 points, dont 36 seulement ont servi de stations géodésiques. On s'est dispensé de mesurer une base, les triangles ayant été reliés aux bases de Berlin et de Copenhague. La longueur moyenne des côtés varie de 50^{km} à 15^{km}. Les angles ont été mesurés avec deux altazimuts (10^p) de Pistor et Martins, qui ne paraissent pas avoir été de qualité identique. Les déterminations astronomiques sont peu nombreuses (les observations qui ont fourni la différence de longitude entre Altona et Schwerin avaient été publiées par M. Peters en 1861). La comparaison des latitudes astronomiques et géodésiques n'a donné que des écarts de $0'',6$, pour l'explication desquels on n'a pas besoin d'invoquer des influences locales.

On a consacré 220 jours à un nivellement géométrique d'une longueur totale de 622^{km}; l'erreur moyenne ne dépasse guère 2^{mm} par kilomètre. La fixation du niveau moyen des eaux à Wismar, point de départ du nivellement, rencontre un obstacle dans certaines variations périodiques dont la cause est encore mal connue. Ces variations ont été également constatées à Warnemünde et à Swinemünde, et elles offrent un parallé-

(1) Le 30 janvier 1883, M. Common a obtenu en trente-neuf minutes une magnifique photographie de la nébuleuse d'Orion.

(2) *Grossherzoglich mecklenburgische Landesvermessung*; 4 vol. in-4°.

Digitized by Google

lisme assez prononcé. Un certain nombre d'altitudes géodésiques, par distances zénithales réciproques, ont pu être comparées à celles qui résultent du nivellement de proche en proche; sauf deux cas douteux, l'accord est satisfaisant; les écarts n'excèdent pas $0^m,2$. Les valeurs observées du coefficient de réfraction sont comprises entre 0,09 et 0,18; les variations sont assez bien représentées par la formule empirique

$$k = 0,174 - 0,075 \cos t,$$

où t est l'angle horaire du Soleil, exprimé en parties de l'arc diurne, qui est représenté par π. Le nombre total des points qui ont été fixés s'élève à 1107; il y a en moyenne 1 point par lieue carrée. Le nombre des altitudes trigonométriques est de 722.

M. A. Wagner a donné une analyse détaillée du Mémoire de J. Young et G. Forbes sur une nouvelle détermination de la vitesse de la lumière [*Experimental determination of the velocity of white and of coloured light* (*Philos. Trans.*, 1882)]. Les expériences ont été exécutées en 1880 et 1881. On a fait usage de la méthode de M. Fizeau, qui repose sur l'emploi d'une roue dentée; mais, au lieu d'un seul collimateur à miroir, on en a employé deux, placés à très peu près dans la même direction, à des distances légèrement différentes. On observe ici, non pas l'éclipse d'un point lumineux, mais le moment où les deux images renvoyées par les deux collimateurs offrent la même intensité, observation qui paraît plus facile. Les distances où se trouvaient les collimateurs étaient dans le rapport de 12 : 13 (5135^m et 5555^m). Les observations étaient enregistrées par un chronographe électrique. La roue avait un diamètre de $0^m,038$; les dents étaient pointues et au nombre de 400. Pour augmenter l'intensité des images, on avait remplacé la glace sans tain de l'oculaire par un miroir argenté à ouverture centrale; M. Wagner fait remarquer qu'il devait en résulter une certaine instabilité du rapport d'intensité des deux images, dont on trouve en effet des traces, et qui a pu vicier les résultats.

Pour la lumière électrique (lumière blanche), ces expériences ont donné 301382^{km} par seconde. M. Cornu avait trouvé 300400^{km} (lumière de Drummond), et Michelson 299940^{km} (lumière solaire). MM. Young et Forbes ont pensé que le désaccord de ces résultats pouvait tenir à la nature des sources de lumière employées. Ils avaient remarqué aussi que les deux images se montraient souvent colorées, celle dont l'intensité augmentait paraissant rougeâtre, et l'autre (qui pâlissait) bleuâtre; ce phénomène pouvait s'expliquer par une vitesse plus grande des rayons bleus. Ils ont essayé de trancher la question par des expériences directes sur la différence de vitesse des lumières colorées, et ils ont trouvé qu'effectivement la vitesse des rayons bleus surpasse d'environ 2 pour 100 celle des rayons rouges. En admettant ce résultat, l'aberration de la

Digitized by Google

lumière devrait produire un spectre d'une étendue qui pourrait atteindre $0^{\mu},36$. Mais il nous semble que de nouvelles expériences seront nécessaires avant qu'on puisse accepter les conclusions des deux expérimentateurs anglais. Est-il sûr que la diffraction ne joue aucun rôle dans la coloration des images?

Le fascicule se termine par une Notice de M. A. Wittstein sur la nouvelle édition d'Archimède que l'on doit à M. J.-L. Heiberg (1).

R. Radau.

F. TISSERAND. — Mémoire sur le développement de la fonction perturbatrice dans le cas ou l'inclinaison mutuelle des orbites est considérable. Application aux perturbations produites sur Pallas par Jupiter (*Annales de l'Observatoire de Paris, Mémoires*, t. XV). 52 pages in-4°; 1880.

S. NEWCOMB. — Development of the perturbative fonction (*Astronomical Papers prepared for the use of the American Ephemeris and Nautical Almanac*, t. III, n° 1). 200 pages in-4°; 1884.

O. BACKLUND. — Zur Entwickelung der Störungsfunction (*Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*, 7e série, t. XXXII, n° 4). 33 p. in-4°; 1884.

Les Mémoires que nous nous proposons d'analyser ont pour objet le développement analytique de la fonction perturbatrice et de ses dérivées partielles, prises par rapport aux éléments elliptiques ou aux coordonnées, suivant les cosinus et sinus des multiples des anomalies moyennes ou des anomalies excentriques des deux planètes.

En portant dans les équations différentielles les expressions des dérivées partielles qui y figurent, on obtient un système d'équations différentielles que l'on intègre par approximations successives, en développant suivant les puissances des masses perturbatrices. La méthode d'intégration, la convergence des développements obtenus sont naturellement des questions essentielles, et elles sont liées étroitement avec la forme de développement employée; toutefois, dans l'état actuel de la Science, la question du développement de la fonction perturbatrice peut être traitée à part; on peut réserver l'étude de la convergence des développements, qui a fait dans ces derniers temps l'objet de remarques fort intéressantes (2), et il y aura toujours une utilité manifeste à représenter, au

---

(1) Leipzig, 1880-1881. 3 vol. in-8°.

(2) M. Gyldén et M. Lindstedt ont montré comment on pouvait diriger les approximations de manière à éviter l'introduction des arcs de cercle en dehors des

Digitized by Google

moins *pendant quelques siècles* et par des expressions assez simples, les mouvements des corps célestes.

Le Verrier, procédant directement de Laplace, et adoptant la méthode de la variation des constantes arbitraires perfectionnée par Poisson, a poussé le développement analytique de la fonction perturbatrice jusqu'aux termes du septième ordre relativement aux excentricités et aux inclinaisons. D'un autre côté, Hansen a ouvert des voies nouvelles en considérant à la place des anomalies moyennes des deux planètes d'autres arguments (anomalies excentriques ou anomalies partielles); il a modifié d'une manière avantageuse la méthode de la variation des constantes, et ses travaux, parfaitement adaptés au calcul numérique, ont reçu la consécration de la pratique. Depuis la mort des deux illustres astronomes, la théorie des perturbations n'a pas été négligée : M. Tisserand, le premier, s'est proposé de compléter un point important de l'œuvre de Le Verrier, et ce travail, comme le remarque M. Seeliger dans le *Bulletin de la Société astronomique* (1), ne renferme pas seulement la solution complète d'un problème difficile : il constitue un progrès important dans la théorie des perturbations, car on a pu ainsi condenser davantage l'expression analytique du développement de la fonction perturbatrice, et c'est ce que M. Newcomb et M. Backlund se sont aussi proposé d'obtenir par des moyens différents. Il s'agit donc de mettre sous la forme la plus condensée la fonction perturbatrice et ses dérivées partielles (2), soit par rapport aux éléments elliptiques (M. Tisserand), soit par rapport aux coordonnées (MM. Newcomb et Backlund), en admettant, ce

---

sinus et cosinus (*Bulletin*, t. I, p. 302). A l'occasion d'un travail postérieur de M. Lindstedt, M. Poincaré a publié, dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, des remarques importantes sur la convergence des séries trigonométriques; elles sont présentées avec plus de développement dans le *Bulletin*, I, p. 319 et suivantes, et mettent en pleine lumière l'utilité de la notion de la convergence uniforme. Presque en même temps que M. Poincaré, M. Bruns communiquait aux *Astr. Nachr.*, n° 2606, des remarques extrêmement ingénieuses sur la théorie générale des perturbations; ses recherches confinent en plusieurs points à celles de M. Poincaré.

(1) *Vierteljahrsschrift der astronomichen Gesellschaft*, p. 3 et suivantes; 1884.

(2) Parmi les recherches antérieures sur le développement analytique de la fonction perturbatrice, on doit citer celles de M. Puiseux (*Journal de Liouville*, 1860), fondées sur les principes de la théorie des fonctions de variables imaginaires; M. Puiseux observe qu'aucune transcendante particulière ne figure dans les expressions données par lui. On a cherché depuis à condenser les expressions en introduisant des transcendantes nouvelles; c'est ainsi que M. Baillaud, en suivant toujours la voie de M. Puiseux, a fait usage des transcendantes de Bessel (*Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1286 et 1641.)

Digitized by Google

qui a souvent lieu dans le cas de la nature, que les orbites ne s'écartent pas beaucoup de la forme circulaire et que le rapport des grands axes des deux planètes est suffisamment éloigné de l'unité; s'il en était autrement, l'inverse de la distance mutuelle ne pourrait être développée en série entière assez convergente, et il conviendrait peut-être de laisser en dénominateur la partie principale de l'expression de la distance mutuelle.

Le travail de M. Tisserand commence par des considérations préliminaires sur la possibilité de faire usage du développement de Laplace dans le cas de Pallas et de Jupiter; la conclusion est que le développement usuel cesse d'être convergent quand les deux planètes sont comprises dans des portions très notables de leurs orbites. Un autre développement indiqué par Le Verrier dans le t. I des *Annales de l'Observatoire de Paris*, p. 331-333, est alors utilisé. En désignant par r et r' les rayons vecteurs et par V l'angle compris, on a

$$\frac{1}{\Delta} = (r^2 + r'^2 - 2rr'\cos V)^{-\frac{1}{2}},$$

où cos V peut recevoir cette expression

$$\cos V = \cos^2 \tfrac{1}{2} J \cos x + \sin^2 \tfrac{1}{2} J \cos y,$$

J étant l'inclinaison mutuelle des plans des deux orbites, et x et y la somme et la différence des anomalies vraies, à des constantes près; de sorte que, si l'on pose

$$\cos^2 \tfrac{1}{2} J = \mu, \quad \sin^2 \tfrac{1}{2} J = \nu, \quad \mu + \nu = 1,$$

la question principale est de trouver les coefficients du développement

$$\begin{aligned}&[r^2 + r'^2 - 2rr'(\mu\cos x + \nu\cos y)]^{-\frac{1}{2}}\\ &= P_{0,0} + 2\sum_{i=1}^{i=} P_{i,0}\cos ix + 2\sum_{j=1}^{j=\infty} P_{0,j}\cos jy + 4\sum_{i=1}^{i=\infty}\sum_{j=1}^{j=\infty} P_{i,j}\cos ix\cos jy.\end{aligned}$$

Après avoir remarqué que les coefficients cherchés pourraient s'obtenir au moyen d'intégrales doubles (¹), M. Tisserand préfère une autre voie : on développe d'abord $\frac{1}{\Delta}$,

$$\frac{1}{\Delta} = \tfrac{1}{2} B^{(0)} + B^{(1)}\cos V + B^{(2)}\cos 2V + \ldots,$$

puis, d'autre part,

$$\cos nV = Q^{(n)}_{0,0} + 2\Sigma Q^{(n)}_{i,0}\cos ix + 2\Sigma Q^{(n)}_{0,j}\cos jy + 4\Sigma Q^{(n)}_{i,j}\cos ix\cos jy;$$

(¹) On trouvera dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XCVI, p. 1125, une méthode pour le calcul direct des intégrales doubles dont il s'agit.

Digitized by Google

les quantités $Q_{i,j}^{(n)}$ sont des polynômes entiers en μ et ν dont le degré est égal à n. Mais la difficulté se présentait alors de trouver la loi de formation de ces polynômes à deux variables $Q_{i,j}^{(n)}$, et M. Tisserand déclare dans ses Communications à l'Académie des Sciences qu'il est arrivé au résultat après bien des essais infructueux. Il a été conduit à associer aux quantités Q des quantités R définies par l'équation

$$\frac{\sin(n+1)V}{\sin V} = R_0^{(n)} + 2\Sigma R_{i,0}^{(n)} \cos ix + 2\Sigma R_{0,j}^{(n)} \cos jy + 4\Sigma R_{i,j}^{(n)} \cos ix \cos jy;$$

on a, à cause de l'identité

$$2\cos nV = \frac{\sin(n+1)V}{\sin V} - \frac{\sin(n-1)V}{\sin V},$$

$$2Q_{i,j}^{(n)} = R_{i,j}^{(n)} - R_{i,j}^{(n-2)}.$$

M. Tisserand a calculé ensuite de proche en proche les fonctions $R_{i,j}^{(n)}$; elles ont pu être mises sous la forme du produit de $\mu^i\nu^j$ par le carré d'un polynôme entier en ν, susceptible d'être représenté par la série hypergéométrique F de Gauss

$$F^2\left(\frac{i+j-n}{2}, \frac{i+j+n+2}{2}, j+1, \nu\right),$$

et la démonstration de ce beau résultat forme une partie essentielle du Mémoire [§ IV à § VIII] (¹). Cette première partie du travail se termine par l'indication de quelques propriétés des fonctions $X_{i,j}^{(n)}$. On doit noter les expressions remarquables de $R_{i,j}^{(n)}$ et $Q_{i,j}^{(n)}$, quand n est un grand nombre :

$$R_{i,j}^{(n)} = \frac{2}{n\pi \sin J}[1 + (-1)^j \sin(n+1)J], \quad Q_{i,j}^{(n)} = \frac{2(-1)^j}{n\pi}\cos nJ.$$

Pour déduire ensuite du développement de $\frac{1}{\Delta}$ qui vient d'être trouvé le développement ordonné suivant les sinus et cosinus des multiples des anomalies moyennes l et l', on remplace les anomalies vraies v et v' par les expressions connues

$$v = l + Y, \quad v' = l' + Y',$$

et de même r et r' par

$$r = a(1 + X), \quad r' = a'(1 + X');$$

(¹) Le résultat de M. Tisserand a été obtenu depuis d'une manière plus rapide, et l'on doit faire une mention spéciale de la belle analyse de M. Stieltjes (*Comptes rendus*, t. XCV, p. 901 et 1043).

Digitized by Google

Le Verrier a donné des Tables pour faciliter ces calculs (*Annales de l'Observatoire de Paris*, t. I, p. 346-357); il suffit de reproduire ce qui a lieu pour le développement usuel : les quantités $P_{i,j}$, fonctions homogènes de r et r', sont remplacées par les quantités $p_{i,j}$ dépendant du rapport des grands axes $\frac{a}{a'} = \alpha$, et, quand on développe suivant les excentricités, les dérivées $\frac{d^k p_{i,j}}{d\alpha^k}$ s'introduisent; elles s'expriment au moyen des dérivées correspondantes des transcendantes connues b, définies par l'équation

$$\frac{1}{\sqrt{1+\alpha^2-2\alpha\cos V}} = \tfrac{1}{2} b^{(0)} + b^{(1)}\cos V + b^{(2)}\cos 2V + \ldots;$$

on a, par exemple,

$$p_{i,j}^{(k)} = b_{(k)}^{(i+j)} Q_{i,j}^{(i+j)} + b_{(k)}^{(i+j+2)} Q_{i,j}^{(i+j+2)} + \ldots,$$

en posant, d'une manière générale,

$$\alpha^k \frac{d^k b^{(n)}}{d\alpha^k} = b_{(k)}^{(n)}.$$

Le Verrier a donné dans le tome X des *Annales de l'Observatoire de Paris* des formules appropriées au calcul de ces dérivées, et l'on doit à M. Tisserand cette curieuse remarque que la quantité

$$\frac{\alpha^k}{1.2.3\ldots k}\,\frac{d^k b^{(n)}}{d\alpha^k},$$

où k est un grand nombre, diminue ou augmente avec k suivant que α est plus petit ou plus grand que $\frac{1}{2}$ (¹). Ce fait, rapproché de ce qui a été dit plus haut sur la convergence des développements, montre que la méthode actuelle sera particulièrement convenable si le rapport α ne dépasse pas $\frac{1}{2}$.

Il reste encore à résoudre une question importante, le calcul des dérivées partielles de la fonction perturbatrice par rapport aux éléments du mouvement elliptique. Tous les éléments figurent explicitement, à l'exception de l'inclinaison et de la longitude du nœud, renfermées dans J. M. Tisserand montre que cette dernière question se résout d'une manière très simple, sans introduire d'autres quantités que les quantités R déjà employées.

Le § X est consacré à l'établissement de relations linéaires entre les quantités $p_{i,j}$ répondant à différentes valeurs des indices, et d'autres relations analogues qui existent entre les dérivées; ces formules sont utiles

(¹) Voir *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XC.

Digitized by Google

pour contrôler les calculs numériques. Le dernier paragraphe présente l'application numérique de la théorie précédente aux perturbations de Pallas par Jupiter.

O. CALLANDREAU.

(*A suivre.*)

ANNALES DE L'OBSERVATOIRE ROYAL DE BRUXELLES. Nouvelle série : ANNALES ASTRONOMIQUES, t. IV; in-4°, 1883.

La première Partie du Volume (118 pages) est occupée par les observations méridiennes des trois années 1879, 1880 et 1881. On trouve ensuite une série de dessins de la Lune par M. E. Stuyvaert, astronome adjoint : ils ont été pris en 1879, 1880 et 1881 avec l'équatorial de $0^m,15$, les grossissements employés étant de 180 et 270. A cause des énormes différences qui se produisent dans le paysage lunaire par suite d'un éclairement toujours variable, M. Stuyvaert s'est borné à signaler dans ses observations les points qui offrent des dissemblances avec l'une ou l'autre des cartes de MM. Schmidt et Neison. Les deux planches de dessins reproduits directement des originaux par les soins de la maison Goupil, de Paris, d'après le procédé de la phototypie, sont parfaitement réussies. M. Niesten, astronome, a enrichi le Volume de nombreuses observations sur les satellites de Jupiter, d'observations sur l'aspect physique des comètes *b* et *c* de 1881, avec l'équatorial de $0^m,15$ et un instrument plus puissant de $0^m,38$, installé d'une manière provisoire. La planche qui accompagne les notes d'observation contient de beaux dessins, dont plusieurs sont de M. Stuyvaert. On doit aussi à M. Niesten et à M. Stuyvaert une belle étude de l'aspect physique de Jupiter, déjà commencée en 1878. Les 120 dessins de Jupiter témoignent de l'habileté des auteurs.

Un Chapitre nouveau est enfin ajouté au Volume, et l'on a fait une place aux études spectroscopiques que M. Fiévez, astronome adjoint, poursuit avec succès. La nouvelle étude du spectre solaire a eu pour but de perfectionner nos connaissances sur le spectre solaire, en employant les appareils dispersifs très puissants résultant de la combinaison d'un spectroscope Christie, dont la dispersion normale est considérable, et d'un réseau Rutherfurd dont on connaît la définition supérieure.

La combinaison qui a donné les meilleurs résultats est celle du spectre du second ordre du réseau avec deux demi-prismes; la distance angulaire des raies D_1 et D_2 était alors d'environ 44′. Avec ce puissant spectroscope, et en partant des recherches fondamentales d'Angström, M. Fiévez a complété la description des raies du spectre : il a retrouvé des résultats dus à d'éminents spectroscopistes, Young, Thollon, Liveing, et il a pu résoudre un certain nombre de raies non dédoublées avant lui. Les sept

Digitized by Google

planches gravées qui terminent le Volume contiennent la description du spectre solaire entre les limites $\lambda = 6600$ et $\lambda = 4500$. Cet important travail a été mis récemment à profit par M. Cornu dans ses recherches sur le groupe α (*Bulletin*, I, p. 74).

FIÉVEZ (Ch.). — De l'influence de la température sur les caractères des raies spectrales; changements de réfrangibilité. Broch. in-8°; Bruxelles, 1884.

La Note de M. Fiévez jette un grand jour sur les changements singuliers observés dans les caractères des lignes du spectre solaire. On a constaté des différences inexplicables entre les raies, quand la matière émissive se trouve dans la chromosphère ou dans l'atmosphère du Soleil; M. Young a vu, à la base des protubérances solaires, les raies noires du sodium considérablement élargies, une raie brillante se développer au milieu de chacune de ces raies sombres élargies, enfin une raie noire se produire au milieu de chacune des raies brillantes. Ces changements ont été attribués à des modifications correspondantes de l'état physique de la vapeur émissive; mais, avant M. Fiévez, on n'avait pas institué d'expériences de laboratoire pour découvrir la nature de ces modifications.

M. Fiévez s'est servi du spectroscope imaginé par lui et a constaté sur les spectres électriques (hydrogène comprimé dans un tube de Geissler) et sur des spectres de flamme (en brûlant, par exemple, du sodium avec le chalumeau oxyhydrique) que la pression n'avait pas d'influence sur l'élargissement des raies ou leur renversement, c'est-à-dire sur l'apparition d'une raie noire au milieu d'une raie brillante, et sur l'élargissement subséquent de cette raie noire; mais la température a un effet prépondérant, et l'on voit *successivement* dans le spectre de l'hydrogène sodé les raies brillantes D_1 et D_2 :

1° Augmenter d'éclat et s'élargir jusqu'à se rejoindre;

2° Une raie noire paraître au milieu de chacune des raies élargies;

3° Ces raies noires s'élargir jusqu'à se rejoindre;

4° Une raie brillante au milieu de chaque raie noire élargie;

5° Une nouvelle raie noire au milieu de cette raie brillante.

M. Stas cite dans son Rapport cette observation fondamentale de M. Fiévez sur le spectre de l'hydrogène *sodé* en combustion :

« L'image du dard, projetée sur la fente du spectroscope, étant plus petite que la hauteur de cette fente, donne un spectre des diverses enveloppes de ce dard : le milieu du spectre correspondant au centre du dard et les bords correspondant à l'enveloppe externe *où la température est la plus basse*.

Digitized by Google

» Or les raies sodiques sont les plus élargies et renversées en leur milieu, simplement brillantes et terminées en pointe à leur extrémité, correspondant à la région de basse température du dard, ce qui démontre l'influence directe de la température sur le renversement et l'élargissement des raies. »

L'auteur conclut de ses recherches qu'une plus grande complexité dans la constitution d'une raie spectrale est un indice certain d'un accroissement de température de la vapeur émissive; en particulier, la température des taches solaires est plus élevée que celle du limbe, parce que les raies spectrales des taches ont une largeur plus considérable que celles du limbe.

Dans une courte Note qui fait suite à la première, M. Fiévez indique encore qu'il a pu réaliser une expérience mettant en évidence les variations brusques des raies de l'hydrogène et du magnésium attribuées à des changements de réfrangibilité.

O. CALLANDREAU.

THE OBSERVATORY.

Tome VII; octobre 1884.

Young (*C.-A.*). — Les problèmes de l'Astronomie actuelle.

Voir *Bulletin*, t. I, p. 514.

Doberck (*W.*). — Historique de l'observatoire de Markree.

Le fondateur, Edward Joshua Cooper, né en 1798, était un amateur de voyages et un curieux de Science. Tout en voyageant en Égypte, dans le midi de la France, dans le nord de l'Europe, il notait les régions les plus convenables aux observations. Son expérience lui donna lieu de croire que Nice et Munich étaient des stations favorisées. Son humeur voyageuse diminuant, il commença à tenir des registres météorologiques, non publiés encore. Un peu plus tard, il consacra ses efforts à la création d'un observatoire, dont il assurerait l'activité au moyen d'une dotation. A cette époque (1824), Fraunhofer venait de construire un excellent objectif achromatique de 9 pouces, et un artiste français, Cauchoix, livrait à Sir James South un objectif de 12 pouces, qui fait maintenant partie du principal instrument de l'observatoire de Dunsink. Apprenant que le même artiste venait de terminer un objectif de 13 pouces très admiré par Arago, Gambart, etc., M. Cooper s'en fit aussitôt l'acquéreur et l'installa à Markree d'une manière provisoire.

Mais il s'agissait de tirer parti de ce précieux instrument, et le Dr Robinson, directeur de l'observatoire d'Armagh, aida alors heureusement

Digitized by Google

M. Cooper de ses conseils. M. Cooper avait été en relations avec Troughton, mais les plans de ce constructeur furent abandonnés, et le Dr Robinson, au courant des difficultés survenues entre Sir James South et Troughton pour le montage de l'objectif de Cauchoix de 12 pouces, engagea M. Cooper à s'adresser à M. T. Grubb, alors simple commis dans une maison de Dublin. En effet, trois ans après l'achat du verre, l'instrument était établi et prêt à fonctionner (1834). Au lieu d'une coupole pour protéger l'instrument, on installa un abri grossier qui subsiste encore aujourd'hui.

Quelques années après, en 1839, M. Cooper allait visiter les ateliers d'Ertel et commandait un cercle méridien de 7 pouces, c'est-à-dire un instrument d'une dimension exceptionnelle à cette époque. Il avait vu chez le constructeur le cercle méridien de Glasgow (*Bulletin*, t. I, p. 247), et il désirait en avoir un semblable et même plus grand pour l'observatoire de Markree. Cet instrument est remarquable en quelques parties, bien qu'inférieur aux instruments de MM. Repsold. M. Grubb y a ajouté depuis quelques accessoires.

Pickering (*E.-C.*). — Les observations d'étoiles variables de Sir William Herschel.

Suite des remarques de M. Pickering (*Bulletin*, t. I, p. 510). Les périodes de quelques étoiles variables sont corrigées au moyen des anciennes observations d'Herschel.

Denning (*W.-F.*). — Les météores des 18-25 août, 1884.

Correspondance et notes.

Lynn (*W.-T.*). — L'éclipse de Thalès.

Stanley Williams. — La tache rouge et les taches blanches de Jupiter.

Le 20 septembre, avant le lever du Soleil, la tache rouge était encore légèrement visible. M. Stanley Williams a observé aussi quelques autres taches de la planète.

Tebbutt (*J.*). — La comète *b*, 1884 (Barnard).

Onze observations de cette comète du 24 au 31 juillet.

Tebbutt (*J.*). — Mesures récentes de α Centaure.

M. Tebbutt a repris les observations de ce couple intéressant qui a donné lieu récemment à plusieurs remarques (*Bulletin*, t. I, p. 207); les

Digitized by Google

discordances dans les angles de position étant extrêmement sensibles, M. Tebbutt, dans chaque soirée, a fait les mesures en égal nombre à l'est et à l'ouest du méridien, et il a noté que les angles de position sont plus forts à l'ouest de 1°,4 en moyenne (distance des composantes 13″ environ); on observait avec une lunette de 4 ½ pouces d'ouverture et un grossissement de 200. Il serait certainement intéressant de continuer les observations de ce genre, auxquelles M. Bigourdan a consacré un article dans le *Bulletin*, t. I, p. 439; on pourrait ainsi craindre des erreurs assez fortes dans la mesure des angles de position, alors même que les composantes ne sont pas très rapprochées.

Monck. — La distribution des étoiles.

A propos de l'article de M. Holden (*Bulletin*, t. I, p. 509).

Brown (*E.*). — Aurore boréale observée en mer.

Johnson (*S.-J.*). — L'éclipse de Périclès et les éclipses de 1191 et 1733.

Backhouse. — Visibilité des météores avec la Lune et les nuages légers.

L'auteur donne une petite Table indiquant pour une grandeur supposée le rayon du champ de visibilité. Si, par suite des nuages ou du clair de Lune, un météore de première grandeur se réduit à la troisième, le rayon du champ de visibilité est diminué de 65° à 45°, c'est-à-dire qu'on verra environ moitié moins de météores de la première grandeur.

Seeliger (*H.*). — Photométrie de l'anneau de Saturne.

Extrait des *A. N.*, n° 2612.

L'éclipse totale de Lune du 4 octobre.

L'observation de cette éclipse offrait un intérêt particulier. M. O. Struve a dressé une liste d'étoiles (jusqu'à la 11e grandeur) pouvant être occultées par la Lune, en vue d'une nouvelle détermination du diamètre de notre satellite. Les observations faites à Paris ont été publiées dans le n° 14 des *Comptes rendus*.

Diamètre et figure d'Uranus.

Résumé complet des dernières recherches de MM. Seeliger, Millosewich et Schiaparelli (*Bulletin*, t. I, p. 450, et *A. N.*, n° 2608). L'astronome de Milan trouve un aplatissement sensible, $\frac{1}{11}$ environ, tandis que MM. Seeliger et Millosewich le regardent comme nul.

Denning (*W.-F.*). — Observation de la tache rouge de Jupiter.

Au lever du Soleil, le 22 septembre dernier.

Digitized by Google

Pendules de précision.

Une compagnie vient de se former sous la direction du Dr L. Waldo (observatoire de Yale College, New-Haven), pour construire des pendules de précision. On doit étudier le mode de suspension, les détails de l'appareil de compensation à mercure, les effets du changement de température, etc. (Extrait de *Science*).

Comète *b*, 1884 (Barnard).

Elle a été observée par M. Common à Ealing, le 22 septembre, avec son télescope de 3 pieds. M. Prince l'a vue de son côté avec une lunette de 6, 8 pouces.

Observatoire de Yale College.

Le Dr Elkin, chargé de l'héliomètre de 6 pouces de Repsold, à partir du 15 janvier dernier, a déjà obtenu le tiers des mesures nécessaires à la triangulation des Pléiades; il s'est aussi occupé de mesurer le diamètre de Vénus près de la conjonction inférieure, et de déterminer les positions de la Lune relativement aux étoiles, en vue d'obtenir l'inégalité parallactique. Un groupe de dix souscripteurs a réuni les fonds nécessaires.

L'héliomètre destiné à l'observatoire du Cap.

Un contrat a été passé avec MM. Repsold, de Hambourg, qui s'engagent à fournir à la fin de 1886 l'héliomètre de 7 pouces demandé par le Dr Gill. Les dépenses s'élèveront à près de 70000fr.

O. C.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, nos 2612-2624.

Seeliger (*H.*). — Recherches photométriques sur l'anneau de Saturne.

Si l'anneau de Saturne était un corps solide ou liquide, à surface continue, il ne manquerait pas d'offrir des variations d'éclat considérables, tandis qu'en réalité son éclat ne paraît pas varier d'une manière sensible. Zöllner, dans ses recherches photométriques, s'est contenté d'admettre que, en dépit de la loi de Lambert, l'illumination de l'anneau est indépendante de l'angle d'incidence des rayons. Mais il y a lieu de chercher s'il n'est pas possible de rendre compte des particularités que l'anneau de Saturne présente sous ce rapport, en le regardant comme un essaim de satellites, hypothèse que les recherches de Maxwell ont déjà rendue très plausible par des considérations tirées des lois de la Mécanique céleste. En adoptant cette hypothèse, M. Seeliger trouve que toutes les circon-

Digitized by Google

stances du phénomène s'expliquent d'une manière satisfaisante, sans qu'on soit obligé de renoncer à la loi du cosinus.

La constance de l'illumination étant admise, la quantité de lumière envoyée à la Terre sera proportionnelle au sinus de l'angle d'élévation de la Terre au-dessus du plan de l'anneau. Il faut ensuite supposer que l'anneau se compose de myriades de satellites isolés dont l'ensemble forme une tranche cylindrique d'une très faible épaisseur. En les assimilant à des poussières, on obtiendrait l'intensité de la lumière de l'anneau par un raisonnement analogue à celui qu'on emploie pour établir les lois de l'émission ; mais le résultat serait en désaccord avec l'expérience. Il faut, d'après M. Seeliger, admettre que l'anneau est formé de petites sphères distribuées dans un plan et dont les distances sont du même ordre que leurs dimensions. La lumière envoyée par l'anneau est alors émise par les croissants visibles des disques en partie superposés. M. Seeliger a évalué les intégrales qui représentent l'intensité de cette lumière en supposant d'abord $\varphi(\cos\vartheta) = 1$, puis, avec Lambert, $\varphi(\cos\vartheta) = \cos\vartheta$, où ϑ est l'angle d'émission. Dans les deux cas, on arrive à des résultats qui s'accordent avec l'expérience : l'intensité apparente est toujours sensiblement proportionnelle au sinus de l'angle d'élévation de la Terre (qui ne dépasse pas 30°) en supposant que les intervalles vides sont moins larges que les sphères. Il y aurait intérêt à vérifier ces résultats par des expériences photométriques instituées avec beaucoup de soin.

Pomerantzeff. — Observations d'étoiles filantes faites à Tachkent.

Le 24 juin, la Terre passait par le nœud descendant de l'orbite de la première comète de 1850, la différence des rayons vecteurs étant 0,065 ; on pouvait donc s'attendre à observer, cette nuit-là, le courant météorique appartenant à cette comète (point radiant : 312°,4 ; + 60°,6). MM. Pomerantzeff et Zalessky ont noté, en effet, un certain nombre d'étoiles filantes, qui leur ont donné les résultats suivants :

		23 juin.	24 juin.
Radiant	$\alpha =$	314°,2	316°,7
	$\delta =$	+ 59,4	+ 54,3
	$\pi =$	273,5	278,8
	$\Omega =$	92,7	93,6
	$i =$	69,8	64,1
	$\log q =$	0,007	0,007

Ces éléments du courant se rapprochent beaucoup de ceux de la comète 1850 I.

Digitized by Google

Trépied, Perrotin. — Observations de la comète Barnard, faites à Alger et à Nice. Observations de la planète (240).

Auwers. — Lettre à l'Éditeur.

M. Auwers est d'avis qu'en appliquant aux Tables de Hansen les corrections de M. Newcomb, on pourra calculer les occultations et les culminations lunaires beaucoup plus sûrement qu'à l'aide de quelques observations correspondantes.

Ginzel. — Éphéméride de recherche pour le prochain retour de la comète d'Olbers (1815).

D'après les calculs de M. Ginzel, cette comète doit revenir à son périhélie le 17 décembre 1886; mais ce résultat comporte une incertitude de $1^{an},6$. Il y a donc lieu de commencer dès à présent les recherches, qui seront facilitées par l'éphéméride que M. Ginzel a préparée à cet effet.

Oudemans. — Sur le *run* des microscopes.

A propos des Notes de M. Weinek et de M. Krueger sur la rectification de la distance des microscopes, M. Oudemans rappelle ce qu'il a publié lui-même sur ce sujet (*A. N.*, n° 1911). Le procédé qu'il a indiqué est du moins très simple.

Lindemann. — Sur les étoiles situées dans le voisinage de V Cygne.

M. Lindemann se range à l'avis de M. Kreutz pour l'identification des étoiles qui avaient soulevé des doutes.

Stephan, Borrelly, Palisa. — Observations de planètes et de comètes.

Luther (*R.*). — Découverte d'une nouvelle planète (241).

Barnard. — Détails relatifs à la découverte de sa comète.

Döllen (*W.*). — L'éclipse totale de Lune du 4 octobre 1884.

M. Döllen fait remarquer l'importance qu'auraient les éclipses de Lune pour la détermination du diamètre apparent de l'astre par des occultations observées en grand nombre. Il faudrait seulement préparer

Digitized by Google

d'avance, pour chaque éclipse, les données qui intéressent les observateurs. C'est un travail dont l'observatoire de Poulkova a pris, cette fois, l'initiative.

Weinek. — Observations faites à l'observatoire de Prague.

Ravené. — Éléments de la comète Barnard

Berberich. — Éléments elliptiques de la même comète.

M. Berberich trouve un temps de révolution de 2008 jours ou 5 ½ ans; c'est le temps de révolution de la comète qui fut découverte par de Vico en 1844, et les orbites des deux astres offrent encore d'autres ressemblances; mais on ne peut guère songer à les identifier, car l'intervalle de quarante ans, écoulé depuis 1844, ne répond pas à un nombre entier de retours.

Struve (H.). — Observations de la comète 1884 I, faites à Poulkova.

Schur, Krueger, Schrader, Engstroem, Peter, Engelhardt. — Observations de la nouvelle comète, découverte par M. Wolf, à Heidelberg.

Newcomb. — Remarques sur la théorie des relations qui existent entre les moyens mouvements des planètes.

Nous reviendrons ailleurs sur cette Note, qui présente un intérêt spécial.

Dreyer. — Occultations d'étoiles et de planètes, observées à l'observatoire d'Armagh.

Stieltjes. — Note sur le problème du plus court crépuscule.

A propos des Notes de M. Zelbr (*A. N.*, 2575, 2602), M. Stieltjes fait voir que le problème ne devient guère plus compliqué en tenant compte de la réfraction et du diamètre du Soleil.

Palisa. — Découverte de deux nouvelles planètes, (242) et (243).

La première a été découverte le 22 septembre, la seconde le 29.

Engelhardt. — Observations de comètes et de planètes, faites à Dresde.

Digitized by Google

Copeland, Tacchini, Lamp, Krueger, Knorre, Engstroem, Schrader. — Observations de la comète Wolf.

Chandler, Berberich, Oppenheim. — Éléments et éphémérides de la même comète.

Ces trois systèmes d'éléments ne reposent que sur des intervalles de trois ou quatre jours.

Weyer (*G.-D.-E.*). — Détermination de la position géographique la plus probable d'une station au moyen d'un nombre quelconque de hauteurs d'étoiles.

Comme le fait remarquer M. Weyer, ce problème ne paraît encore avoir été abordé que dans la *Nouvelle Navigation astronomique* de MM. Yvon Villarceau et A. de Magnac. Il s'agit de déterminer les corrections de la latitude et de la longitude estimées, de manière à réduire au minimum la somme des carrés des différences entre les hauteurs calculées et les hauteurs observées. On suppose que les chronomètres fournissent avec une approximation suffisante l'heure du premier méridien, et l'on tire ensuite parti de ce fait, que, pour chaque hauteur observée, on peut tracer un cercle à la surface du globe, où doit se trouver l'observateur. Ce cercle a pour rayon la distance zénithale observée, et pour centre le lieu où l'astre se trouve au zénith. La différence p des hauteurs observée et calculée se mesure dans la direction de l'azimut (A), et les équations qui donnent les corrections $d\lambda$ et dl sont de la forme

$$-p + \cos A\, d\lambda + \sin A \cos\lambda\, dl = 0.$$

On peut les résoudre, comme à l'ordinaire, par la méthode des moindres carrés, ou par un procédé graphique. Dans ce cas, on peut utiliser les propriétés du point remarquable du triangle, étudié par Grebe et par Villarceau, pour lequel la somme des carrés des distances aux trois côtés est un minimum.

M. Weyer traite successivement, avec des applications numériques intéressantes, les cas où l'on dispose d'une seule hauteur, de deux, trois, ou d'un nombre plus grand de hauteurs observées. Dans le cas d'une seule hauteur, le lieu géométrique du navire est une perpendiculaire à la direction azimutale de l'astre : c'est la droite de hauteur, que le capitaine Sumner découvrit, en 1837, en cherchant à corriger son estime. Le problème des deux hauteurs, déjà traité par Nonius, Gietermaker, Douwes, Borda, Lalande, a été encore simplifié par Sumner; les données suffisent pour déterminer la position cherchée. Lorsqu'on a observé

Digitized by Google

trois hauteurs, la position cherchée devrait être le point d'intersection de trois droites de hauteur; en réalité, ces droites formeront un petit triangle, et la position la plus probable sera le point de Grebe. Les distances de ce point aux trois côtés sont proportionnelles à ces côtés, ce qui permet de le construire aisément. M. Weyer traite enfin, avec beaucoup de détails, un exemple emprunté à M. de Magnac, où le nombre des étoiles observées est de six.

Belopolsky (*A.*). — Photographie des comètes.

A l'exemple de M. Gill, M. Belopolsky se propose d'appliquer la Photographie à l'observation des comètes. Il a déjà fait, à l'observatoire de Moscou, quelques expériences préliminaires, en photographiant certaines régions de la voie lactée, avec une série d'objectifs de provenances diverses; d'après les résultats obtenus, ce seraient les objectifs de Dallmeyer qui seraient les plus propres à la reproduction photographique de comètes d'un faible éclat.

Lamp (*J.*). — Description de la surface de Vénus.

Depuis le mois de mai dernier, M. Lamp a pu exécuter un grand nombre de dessins de cette planète.

Tebbutt, Pomerantzeff, Gonnessiat. — Observations de la comète Barnard.

Engelhardt, Copeland, Bakhuyzen, Boinik, Lamp, Tempel, etc. — Observations de la comète Wolf.

Krueger. — Éléments elliptiques de la comète Wolf.

Trois observations (septembre 20 et 26, octobre 1) ont donné à M. Krueger les éléments suivants :

1884. Sept. 26,5. t. m. de Berlin.

$$\left.\begin{aligned} \pi &= 19.20.55,9 \\ \Omega &= 206.35.35,3 \\ i &= 25.\ 3.54,2 \\ \varphi &= 33.32.29,7 \end{aligned}\right\} 1884,0$$

$$\begin{aligned} M &= 352^{\circ}.\ 6'.22'',5 \\ \log a &= 0,544040 \\ \mu &= 541'',935. \end{aligned}$$

Ces éléments représentent encore très bien une observation du 10 octobre.

Digitized by Google

Weiler (*A.*). — Les perturbations séculaires dans le problème des trois corps.

Kleiber (*J.*). — Relation entre le nombre des observateurs et celui des étoiles filantes qu'ils peuvent observer.

Le nombre moyen des étoiles filantes qu'un observateur isolé peut voir à l'œil nu est d'environ 10 par heure, et le champ d'un œil normal étant de 60° à 70°, ce nombre doit représenter à peu près le cinquième (0,214) du nombre des météores qui ont parcouru l'horizon. Une expérience que M. Kleiber a faite, le 14 août, avec 8 observateurs, a donné, en effet, pour ce rapport le nombre 0,19; une expérience analogue de M. Newton, qui disposait de 12 observateurs, avait donné 0,23.

Wolf (*R.*). — Lettre à l'Éditeur.

M. Wolf communique les résultats de ses calculs relatifs à la fréquence des taches solaires pendant l'année 1883.

Ceraski. — Sur une modification du photomètre de Zöllner.

Palisa. — Découverte d'une nouvelle planète (244).

Lamp, Weinek, Millosewich. — Observations de la comète Wolf.

Luther (*R.*). — Observations de planètes (241) Germania et (133) Cyrène.

Prix proposé par la Société hollandaise des Sciences à Harlem.

La Société demande de nouvelles recherches sur la quantité de chaleur rayonnante d'un certain nombre d'étoiles de première et, s'il est possible, de seconde grandeur. On devra avoir égard à la chaleur absorbée par l'atmosphère et par les lentilles. Dernier terme : 1er janvier 1886.

Lehmann-Filhès. — Remarques concernant la méthode des moindres carrés.

En dehors des deux classes d'erreurs d'observation que l'on considère habituellement (erreurs constantes, erreurs accidentelles), M. Lehmann-Filhès croit nécessaire de traiter, comme formant une classe à part, les erreurs de lecture qui dépendent de l'insuffisance de la division de l'échelle. Lorsqu'on se sert, par exemple, d'un sextant dont les verniers permettent de lire les 10″, la lecture l signifie que l'angle observé est compris entre les limites $l \pm 5''$. En désignant par X la valeur véritable de l'angle cherché, et par 2ε le plus petit intervalle accusé par les ver-

Digitized by Google

niers, l'erreur de l'angle observé sera comprise entre les limites $l - X \pm \varepsilon$. Dans ces conditions, la loi des erreurs, telle qu'on l'établit ordinairement, cesse d'être applicable, et il faut recourir à des raisonnements plus compliqués pour déterminer l'erreur moyenne. M. Lehmann-Filhès trouve, pour cette erreur, l'expression suivante :

$$m = \sqrt{\frac{(\delta\delta)}{n-i} + \frac{\varepsilon^2}{3}},$$

où n est le nombre des observations, i celui des inconnues. Supposons, par exemple, qu'on ait $n = 12$, $i = 1$, $\varepsilon = 5''$ (l'instrument permettant de lire les $10''$), et qu'on ait trouvé $(\delta\delta) = 98,1$; la nouvelle formule donnera $m = 4'',15$, au lieu de $2'',97$ que donnerait la formule ordinaire (en supprimant le terme $\frac{\varepsilon^2}{3}$). On s'explique ainsi pourquoi la formule ordinaire conduit si souvent à attribuer au résultat du calcul une précision exagérée, qui semble peu en rapport avec la fréquence relative des erreurs.

Krueger. — Éphéméride de la comète Wolf.

Berberich. — Sur l'orbite de l'étoile double Σ2107.

On possède maintenant pour cette étoile des séries de mesures qui embrassent 50 ans.

La discussion de ces observations a donné à M. Berberich les éléments suivants :

$$\begin{aligned} T &= 1893,33, \\ \mu &= +1^\circ,9333; \\ e &= 0,7386, \\ \Omega &= 186^\circ 20',2 + 0',36(1880 - t), \\ i &= 45^\circ 51',6, \\ \pi - \Omega &= 104^\circ 3',0, \\ a &= 1'',0; \\ R &= 186^s,207. \end{aligned}$$

Plummer (*J.*). — Observations de la comète 1884 I.

Donner, Winkler, Abetti, Lamp. — Observations de la comète Wolf.

Christie, Thiele, Dunér. — Occultations d'étoiles observées à Greenwich, à Copenhague et à Lund, pendant l'éclipse de Lune du 4 octobre dernier.

Zelbr. — Éléments elliptiques de la comète Wolf.

Digitized by Google

Venturi. — Perturbations de la planète (72) Feronia.

Berberich. — Note sur l'étoile double Σ 1516.

Les changements de position relative de ce couple peuvent être attribués au mouvement propre de l'étoile principale (+ 0″,42). Les observations paraissent indiquer une assez forte parallaxe annuelle (0″,28); M. Winnecke l'avait déjà estimée à 0″,20.

Barnard. — Nouvelle nébuleuse, voisine de 4510 du Catalogue général.

Tebbutt. — Observations de la comète Barnard.

Stechert. — Continuation de l'éphéméride de la même comète.

R. R.

VARIÉTÉS.

NOTE SUR QUELQUES FORMULES POUR L'ÉVALUATION DE CERTAINES INTÉGRALES,

PAR M. STIELTJES.

Il semble que des trois formules suivantes

$$(A)\quad \int_{-1}^{+1}\frac{f(x)}{\sqrt{1-x^2}}dx=\int_0^{\pi}f(\cos\varphi)\,d\varphi=\frac{\pi}{n}\sum_{k=1}^{k=n}f\left[\cos\frac{(2k-1)\pi}{2n}\right]+\text{corr.},$$

$$(B)\quad \begin{cases}\displaystyle\int_{-1}^{+1}\sqrt{1-x^2}f(x)\,dx=\int_0^{\pi}\sin^2\varphi f(\cos\varphi)\,d\varphi\\ \displaystyle\qquad=\frac{\pi}{n+1}\sum_{k=1}^{k=n}\sin^2\frac{k\pi}{n+1}f\left[\cos\frac{k\pi}{n+1}\right]+\text{corr.}.\end{cases}$$

$$(C)\quad \begin{cases}\displaystyle\int_{-1}^{+1}\sqrt{\frac{1-x}{1+x}}f(x)\,dx=2\int_0^{\pi}\sin^2\tfrac{1}{2}\varphi f(\cos\varphi)\,d\varphi\\ \displaystyle\qquad=\frac{4\pi}{2n+1}\sum_{k=1}^{k=n}\sin^2\frac{k\pi}{2n+1}f\left(\cos\frac{2k\pi}{2n+1}\right)+\text{corr.}.\end{cases}$$

la première (A) seule soit généralement connue. La correction est zéro lorsque $f(x)$ est un polynôme en x du degré $2n-1$ au plus.

Digitized by Google

On peut encore écrire ces formules sous la forme suivante :

$$(A_1)\quad \int_0^1 \frac{f(x)}{\sqrt{x(1-x)}}\,dx = \frac{\pi}{n}\sum_{k=1}^{k=n} f\left[\cos^2\frac{(2k-1)\pi}{4n}\right] + \text{corr.},$$

$$(B_1)\quad \int_0^1 \sqrt{x(1-x)}\,f(x)\,dx = \frac{\pi}{4n+4}\sum_{k=1}^{k=n}\sin^2\frac{k\pi}{n+1}\,f\left(\cos^2\frac{k\pi}{2n+2}\right) + \text{corr.},$$

$$(C_1)\quad \int_0^1 \sqrt{\frac{1-x}{x}}\,f(x)\,dx = \frac{2\pi}{2n+1}\sum_{k=1}^{k=n}\sin^2\frac{k\pi}{2n+1}\,f\left(\cos^2\frac{k\pi}{2n+1}\right) + \text{corr.}$$

Pour donnner une application, prenons l'intégrale

$$Y = \int_0^1 \sqrt{x(1-x)(1+kx)}\,dx,$$

rencontrée récemment par M. Seeliger dans une question relative à l'anneau de Saturne (*Astron. Nachr.*, n° 2612), la constante k étant inférieure à l'unité. Lorsque $k = 1$, la valeur exacte de Y est

$$0,4792560938942368 8\ldots.$$

En posant maintenant $f(x) = \sqrt{1+x}$ dans la formule (B_1), on trouve

$$\begin{aligned} n &= 1, & \text{corr.} &= -0,0017,\\ n &= 2, & \text{corr.} &= -0,000015,\\ n &= 3, & \text{corr.} &= -0,00000024,\\ n &= 5, & \text{corr.} &= -0,0000000000080. \end{aligned}$$

Lorsque k est une fraction, les corrections sont encore plus petites ; en prenant $n = 2$, on a donc

$$Y = \frac{\pi}{16}\left(\sqrt{1+\tfrac{1}{4}k} + \sqrt{1+\tfrac{3}{4}k}\right),$$

avec une erreur moindre que deux unités de la cinquième décimale.

HONORÉ FLAUGERGUES, SA VIE ET SES TRAVAUX ;

PAR M. G. BIGOURDAN.

A la fin du dernier siècle et au commencement du nôtre vivaient en France quelques astronomes, sans attache avec les observatoires de l'État, cultivant la Science pour elle-même et qui ont rendu de grands services à l'Astronomie. Un des plus zélés d'entre

Digitized by Google

eux fut Honoré Flaugergues, né à Viviers le 16 mai 1755 (1).

Son père, Dominique-Antoine Flaugergues, conseiller à la cour des aides de Montpellier et associé de la Société des antiquités de Hesse-Cassel, avait, dit-on, éprouvé dans les écoles publiques tant de mauvais traitements, qu'il quitta sa place en se mariant pour se consacrer à l'éducation de ses enfants; et « c'est lui, dit son fils, qui m'inspira ce goût pour l'étude qui a fait tout mon bonheur ». Dès l'âge de 8 ans, la *Description de l'Univers* d'Allain Manesson Mallet avait inspiré au jeune Flaugergues du goût pour l'Astronomie, et la célèbre éclipse de Soleil du 1er avril 1764 fixa définitivement sa vocation, comme celle de 1748 avait déterminé celle de Lalande. Dès lors il ne cessa, dit-il lui-même, de faire des observations astronomiques et météorologiques (2).

Lors du rigoureux hiver de 1765-1766, n'ayant encore que 11 ans, il eut l'idée de joindre aux observations météorologiques ordinaires, l'observation de la quantité de glace formée chaque jour dans un même vase contenant une même quantité d'eau, et il publia les résultats de ses expériences dans la *Gazette de Commerce et d'Agriculture* (numéro du 29 mars 1766).

Il s'occupait en même temps d'Histoire naturelle et de Physique : de 1771 à 1780 il fit des observations sur la phosphorescence accidentelle des vers de terre et il confirma les recherches de Beguelin sur la couleur bleue des ombres.

En 1776 il remporta le prix proposé par l'Académie de Lyon pour le meilleur Mémoire sur cette question : « Les expériences sur lesquelles Newton établit la différente réfrangibilité des rayons hétérogènes sont-elles décisives ou illusoires? » Il eut sept concurrents

(1) A la mort de Flaugergues, les manuscrits qui renferment ses observations furent achetés par Marc Seguin, Correspondant de l'Institut et neveu des Montgolfier; il acheta aussi sa bibliothèque et ses instruments, qu'il fit transporter à Annonay. Les manuscrits qui renferment les observations astronomiques et météorologiques de 1782 à 1830 étaient entièrement inconnus des astronomes, lorsque, en août 1883, M. Tisserand, délégué à Annonay pour représenter l'Observatoire à l'inauguration du monument des frères Montgolfier, les découvrit chez M. Augustin Seguin, ingénieur-directeur des usines de la Buire, à Lyon, qui les a généreusement donnés à l'Observatoire de Paris.

(2) Cependant la plus ancienne observation astronomique mentionnée dans ses registres est celle du passage de Mercure sur le Soleil le 22 novembre 1782; et ses observations météorologiques suivies ne commencent qu'avec l'année 1778.

Digitized by Google

dont l'un était Marat qui, d'après Lalande (MONTUCLA, *Histoire des Mathématiques*, III, p. 595, édit. de l'an X), avait probablement fourni l'argent du prix dans l'espoir de le remporter, et qui « cabala longtemps pour que l'Académie jugeât en sa faveur ».

L'Académie des Sciences de Paris avait proposé comme sujet de prix pour 1779 *la théorie des machines simples, en ayant égard aux effets du frottement et de la raideur des cordages.* Le prix fut remis à 1781 et remporté alors par Coulomb, mais le Mémoire envoyé par Flaugergues fut mentionné honorablement. Il avait, à la même époque, envoyé à l'Académie de Berlin un Mémoire *Sur le frottement;* Jean, Bernoulli fut chargé de l'examiner, mais ce travail ne paraît pas avoir jamais été imprimé.

Il avait déjà acquis une grande habileté manuelle qui lui fut du plus grand secours dans la suite pour réparer ou même construire ses instruments.

C'est à 1782 que remontent les premières observations que l'on trouve dans ses registres; les nuages l'empêchèrent d'observer le passage de Mercure sur le Soleil, le 12 novembre 1782; il observa les éclipses de Lune du 18 mars et du 10 septembre 1783; mais la plus ancienne observation qu'il ait publiée est celle du passage de Mercure sur le Soleil le 3 mai 1786 : il observait alors avec un télescope grégorien de 15 pouces de long, grossissant 40 fois, et « une excellente pendule réglée par des hauteurs correspondantes du Soleil, prises avec un sextant à lunette de 3 pieds de rayon ».

N'ayant pas dans sa maison de lieu commode pour les observations astronomiques, il fit construire en 1786, à 300^{m} de sa maison et dans un jardin du faubourg Saint-Jacques, à Viviers, un modeste observatoire composé d'une seule pièce, et où pendant plus de quarante ans il se rendit à toute heure de la nuit pour faire les observations que lui permettaient ses modestes instruments.

S'occupant dès lors de déterminer la position exacte de son observatoire, il publia, dans l'*Esprit des Journaux* de 1789, une méthode qu'il croyait nouvelle pour déterminer la latitude, mais qui n'était autre que celle de Horrebow, souvent appelée depuis méthode de Talcott (voir *Bulletin astronomique,* t. I, p. 327, Lettre de M. A. d'Abbadie).

En 1789-1790, il observa les quatre phases de la disparition et de la réapparition de l'anneau de Saturne.

Digitized by Google

L'Académie de Lyon avait proposé comme sujet de prix cette question depuis longtemps débattue : *Le système de l'aplatissement de la Terre vers les pôles est-il fondé sur des idées purement hypothétiques, ou peut-il être démontré géométriquement?* Le prix fut décerné (15 décembre 1790) à Flaugergues, qui eut parmi ses concurrents S.-F. Lacroix, alors professeur à l'École d'artillerie de Besançon et déjà Correspondant de l'Académie des Sciences de Paris. Bientôt après Flaugergues remporta de nouveaux prix à Montpellier sur l'arc-en-ciel et à Toulouse sur les trombes (1).

Tout en cultivant avec succès l'Histoire naturelle, l'Astronomie et les langues anciennes, Flaugergues avait poussé fort loin ses études mathématiques, comme le prouvent un travail *Sur la figure des ondes* et un Mémoire qu'il présenta à l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg. Aussi était-il déjà bien connu, lorsque, le 11 décembre 1792, les suffrages de ses concitoyens le nommèrent membre du Directoire (2) du district du Coyron. Obligé de résider à Aubenas, chef-lieu du district, il revint observer à Viviers les éclipses de 1793; mais, nommé bientôt après procureur-syndic (on dirait aujourd'hui sous-préfet), ce qui ne lui permettait pas de s'absenter, il fit transporter ses instruments à Aubenas, où il continua ses observations.

Nommé en 1795 professeur d'Hydrographie et de Mathématiques à Cette, il se proposait d'établir un petit observatoire dans cette ville, mais il ne prit pas possession de ce poste. A la même époque le Bureau des Longitudes venait de décider la création de divers observatoires : Flaugergues demanda et obtint la direction de celui de Toulon, qui n'avait encore ni local ni instrument, et qu'il refusa ensuite.

Après trois années d'une administration intègre (3), il retourna

(1) Ces Mémoires n'ont pas été publiés, mais on pourrait sans doute les retrouver dans les Archives de ces Académies.

(2) Dans la nouvelle division de la France, établie par la Constituante, le district répondait à notre arrondissement; l'administration du district était formée de douze membres élus, divisés en deux parties : le Conseil, qui se réunissait une fois par an; et le Directoire, qui siégeait en permanence et était chargé de l'exécution.

(3) Il écrivait à De Zach le 21 mai 1796 : « J'ai trouvé le secret de consumer pendant mon administration la plus grande partie de mon bien, tandis que d'autres se sont enrichis aux dépens de la République. J'ai trouvé la pensée de Pascal très vraie « que les géomètres ne sont pas fins ». J'en ai donné la preuve. » (De Zach, *Corresp. astr.*, t. I, p. 169.)

Digitized by Google

(décembre 1795) dans sa ville natale, où il venait d'être nommé juge de paix, et il conserva cette fonction jusqu'à la fin de sa vie (1). Dans la suite il ne quitta guère son observatoire que pour aller assister à Privas aux réunions du Conseil général.

Flaugergues composa la majeure partie de ses Mémoires pour répondre aux sujets de prix proposés par les académies; nous l'avons vu mentionné honorablement par celle de Paris en 1779 et 1781, puis couronné par celles de Lyon, de Montpellier et de Toulouse. Dans la suite il remporta de nouveaux prix à Lyon (1807 et 1812), à Nîmes (1812 et 1816) et à Rouen (1813). Ces nombreuses récompenses et la découverte de plusieurs comètes l'avaient rendu célèbre; aussi beaucoup d'académies de province l'avaient nommé leur Correspondant. Il était déjà Correspondant de l'Institut depuis 1796.

Nous avons vu que ses travaux portaient d'abord sur les sujets les plus variés (2); il s'adonna plus spécialement dans la suite à l'Astronomie, à la Météorologie et à la Physique. Je vais analyser successivement ses travaux dans ces trois branches, en commençant par la Physique et la Météorologie (3).

Physique.

Déplacement du zéro dans les thermomètres. — Flaugergues signala un des premiers ce phénomène aujourd'hui si connu. A la date du 27 janvier 1795, on lit dans son journal d'observations : « J'ay vérifié mon thermomètre que j'ay mis à l'eau bouillante et

(1) A la mort de Hadancourt, en 1800, Lalande l'avait proposé pour diriger l'observatoire de Toulouse dans le cas où l'on n'aurait pu décider Vidal à l'accepter; et, en 1810, il refusa la direction de l'observatoire de Marseille, devenue vacante par la mort de Thulis.

(2) Il était très versé dans la connaissance des langues anciennes : il avait composé une dissertation « chargée d'hébreu et de grec » pour montrer que le neuvième verset du chapitre IX de Job a été mal traduit par les Septante, la Vulgate, etc. (De Zach, *Corresp. astr*, t. II, p. 148.)

(3) Il revient souvent et en divers endroits sur les mêmes sujets; pour cette raison j'ai indiqué en abrégé les publications qui renferment les travaux analysés, au moyen des numéros entre parenthèses qui renvoient à la liste qu'on trouvera plus loin (Note II), où j'ai rangé les Mémoires de Flaugergues suivant l'ordre chronologique. Pour les Mémoires que je n'analyse pas ici, j'ai indiqué brièvement dans cette liste le contenu et les résultats.

Digitized by Google

à la glace : l'intervalle est bon, mais les deux points extrêmes ont été marqués un demi-degré trop haut. » Il attribua d'abord cet effet (48) à une diminution de la dilatabilité de l'alcool avec le temps; plus tard (80) il en crut voir la cause dans une contraction du réservoir sous l'influence continue de la pression extérieure : on sait que ce phénomène est aujourd'hui attribué à la contraction du réservoir, dilaté d'abord par la trempe qu'éprouve le verre en se refroidissant rapidement, et qui ensuite reprend graduellement son volume normal.

Sur l'évaporation de l'eau dans l'atmosphère. — En 1806, l'Académie de Lyon proposa comme sujet de prix de *déterminer le rapport de l'évaporation spontanée de l'eau, avec l'état de l'air, connu par le thermomètre, le baromètre et l'hygromètre.* Flaugergues traita le sujet et fut couronné. Il établit d'abord (43) que l'évaporation est proportionnelle à l'étendue de la surface d'eau en contact avec l'air; puis (43), faisant varier seulement la température, il trouve qu'alors, et entre les limites 0° et 31°, la quantité d'eau évaporée dans un temps donné croît en progression géométrique quand la température croît en progression arithmétique. Ensuite (51), ne pouvant faire varier à son gré l'état hygrométrique et le maintenir à une valeur constante, il tourne habilement la difficulté; dépourvu d'instruments commodes, il applique ingénieusement les procédés les plus primitifs et trouve que l'évaporation est inversement proportionnelle à ce qu'on appelle maintenant l'*état hygrométrique*.

Il détermine les constantes pour appliquer ces deux lois et arrive finalement à cette formule simple

$$0,34\left(2,72^{\frac{X}{17,05}}-\frac{Z}{12}\right)$$

pour « la valeur de l'évaporation ou l'abaissement de la surface de l'eau exprimé en lignes, qui a lieu vingt-quatre heures dans un air dont la température est X degrés du thermomètre de M. Deluc, et qui contient Z lignes cubes d'eau par pied cube. »

Sur l'évaporation dans le vide (57). — Dans ce Mémoire, qui est un extrait de celui qu'il présenta en 1812 à l'Académie de Lyon,

Digitized by Google

Flaugergues recherche les moyens pratiques de faire le vide pour l'appliquer industriellement; il propose (ce qui n'était pas nouveau) de remplir de vapeur d'eau l'espace à priver d'air et d'absorber ensuite la vapeur par l'acide sulfurique, la potasse, etc.

Sur le coefficient de dilatation de l'air (58). — Ce Mémoire, couronné en 1813 par l'académie de Rouen, contient les résultats d'un grand nombre d'expériences qu'il fit pour vérifier que la dilatation de l'air est proportionnelle à l'élévation de température. Il suit à peu près la marche de Gay-Lussac, mais il opère avec de l'eau, faute sans doute d'avoir assez de mercure; son habileté surmonte toutes les difficultés, et il trouve 0,00371 pour le coefficient de dilatation de l'air. Ce qui est remarquable, c'est que ce résultat est plus près de la vérité (0,00367 d'après V. Regnault) que le nombre 0,00375 obtenu par Gay-Lussac et confirmé par Dulong et Petit. Flaugergues reprit plus tard la même détermination avec un vase de volume invariable et trouva cette fois 0,00372 (63).

Sur la dilatation du mercure et sur les indications comparées du thermomètre a mercure et d'un thermomètre équidifférentiel (58, 63, 72, 85). — Deluc avait montré que la dilatation des liquides employés pour les thermomètres suit une marche croissante, de sorte que, pour exprimer des différences égales de chaleur, les degrés du thermomètre devraient aller en croissant avec la température; il trouvait, par exemple, que lorsque la température réelle est de 40° le thermomètre à mercure marque 38°,6. La différence était trop considérable pour être négligée; aussi Flaugergues reprit les expériences du physicien de Genève et montra que les écarts sont beaucoup moindres; en employant, comme Deluc, la méthode des mélanges, il trouva les résultats suivants, qui sont la moyenne d'un grand nombre d'expériences :

Tempér. vraie.	Lecture du therm. a mercure.	Corr. du therm.
°	°	°
+20,00 R.	+19,86 R.	+0,14 R.
26,66	26,54	0,12
40,00	39,81	0,19
53,33	53,20	0,13
+60,00	+59,87	+0,13

Digitized by Google

Ces résultats sont à peu près identiques à ceux obtenus depuis par V. Regnault avec les thermomètres fabriqués en cristal de Choisy-le-Roi (*Comptes rendus de l'Académie,* t. LXIX, p. 880). On sait maintenant que ces différences varient avec le verre employé, mais la concordance des nombres obtenus par Flaugergues montre d'autant mieux son habileté qu'il opérait avec des appareils fort primitifs, construits par lui-même. Il essaya de remonter à une loi plus générale et trouva que la dilatation d'une même quantité de mercure croît en progression géométrique quand la température croît en progression arithmétique. Il employa pour ces expériences un récipient de volume invariable à toutes les températures : il était formé par un cylindre creux en verre dans lequel il plaçait un cylindre en laiton de même hauteur et dont le diamètre était calculé de façon que l'accroissement de volume avec la température fût le même pour les deux cylindres, de sorte que l'espace compris entre eux était de volume invariable.

Diffraction de la lumière (56). — En 1809, l'Académie du Gard avait proposé de déterminer d'une manière plus précise qu'on ne l'avait fait jusque-là, et par une suite d'expériences nouvelles, les diverses lois auxquelles le phénomène de la diffraction de la lumière est assujetti. Flaugergues concourut et son Mémoire fut couronné. Après avoir rappelé les travaux faits depuis la découverte de ce phénomène par Grimaldi, il répète et varie les expériences de ses devanciers; mais les lois des phénomènes lui échappent presque complètement, parce qu'il se sert de lumière blanche; une fois cependant il examine l'ombre d'une lame éclairée dans sa longueur par les diverses parties d'un spectre, et il reconnaît que les rayons les plus réfrangibles sont aussi les plus déviés, mais il abandonne aussitôt cette bonne voie. Il paraît avoir ignoré les travaux de Th. Young. Notons cependant qu'il examine les effets des réseaux tant par réflexion que par transmission : la découverte de leurs lois devait être faite bientôt après par Fraunhofer, mais on le considère à tort comme ayant le premier examiné les effets des réseaux : en cela il avait été devancé par Flaugergues.

(*A suivre.*)

Digitized by Google

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

DÉTERMINATION GÉOMÉTRIQUE DES POSITIONS APPARENTES DES ÉTOILES CIRCOMPOLAIRES (1);

PAR M. A. GAILLOT.

Nous allons appliquer la méthode que nous avons indiquée au calcul des positions apparentes de α et de λ Petite Ourse, et comparer nos résultats à ceux qui sont fournis par les éphémérides dont l'usage est le plus répandu.

Nous adopterons exactement les mêmes données que la *Connaissance des Temps*, afin que la différence de nos résultats dépende exclusivement de la différence des méthodes de calcul.

Nous avons (*Connaissance des Temps pour* 1884, p. IV et p. 36-44)

$$\begin{aligned} \omega &= 23^\circ 27' 15'', 66, \\ \psi_1 &= \text{précession en longitude} + \text{nutation} + dN, \\ \omega'_1 &= \text{obliquité apparente} + d\omega, \end{aligned}$$

et ensuite, t' restant compris entre 1884,0 et 1885,0,

$$\begin{aligned} \psi &= \psi_1 + 0'', 120\,(t' - 1884,0), \\ \omega' &= \omega'_1 + 0'', 476\,(t' - 1884,0). \end{aligned}$$

La valeur précédente de ψ est celle qui est donnée par Le Verrier [*Annales de l'Observatoire de Paris* (*Mémoires*), t. II, p. 174]. Quant à la différence entre ω' et ω'_1, elle tient à ce que toutes les données de notre calcul sont rapportées à l'écliptique de 1884,0, tandis que l'obliquité apparente de la *Connaissance des Temps* est rapportée à l'écliptique de l'époque correspondante t'.

---

(1) *Bulletin*, t. I, p. 375.

Un certain nombre de fautes matérielles s'étant glissées dans ce premier article, nous indiquons ici les rectifications nécessaires :

Page 376, ligne 4 en remontant, au lieu de $\gamma''\gamma = \upsilon$, lire $\gamma''\gamma' = \upsilon$.

Page 377, ligne 16, au lieu de $\mathfrak{b} = \mathfrak{b}' - u$, lire $A = \mathfrak{b} - u$.

Page 378 et 379, valeurs de $\frac{dx'}{dt}$, $\frac{dy'}{dt}$, $\frac{dz'}{dt}$ et de b, au lieu de $\frac{na}{\sqrt{1-e^2}}$ et de $\frac{\sqrt{1-e^2}}{na}$, lire partout $\frac{va}{\sqrt{1-e^2}}$.

Digitized by Google

Calcul des éléments communs à toutes les étoiles. — Connaissant ω, ω' et ψ pour le minuit moyen de chaque jour, nous obtiendrons, par nos formules (II), les valeurs correspondantes de u, u' et θ.

Le calcul de la quantité intermédiaire $\frac{u'+u}{2}$ n'est pas susceptible d'une très grande exactitude, ce qui ne présente d'ailleurs aucun inconvénient (¹). Nous nous sommes arrêté, dans notre calcul, aux dixièmes de minute. Mais ce qu'il importe, c'est que la différence $u'-u$ soit aussi rigoureusement exacte que possible, dans sa détermination comme dans l'application qu'on en fait.

Nous emprunterons encore à la *Connaissance des Temps* la longitude du Soleil rapportée à l'équinoxe moyen (p. 36-44), la valeur de la constante de l'aberration, $20'',4451$ (p. IV), d'où $b = 20'',4451 \sin 1''$; aux Tables du Soleil de Le Verrier, la valeur de la longitude du périgée de l'orbite apparente du Soleil, $P = 280° 57'$, et la valeur de l'excentricité de cette orbite, $e = 0,0168$. En y joignant la valeur de u' déjà calculée, les formules de la page 379 nous fourniront les quantités m, n et p relatives à l'aberration.

Nous présentons dans le Tableau suivant l'ensemble des résultats ainsi obtenus, résultats qui seront les éléments communs du calcul des positions apparentes de toutes les étoiles dont on connaîtra les coordonnées moyennes pour 1884,0; ces éléments serviraient également au calcul des coordonnées moyennes d'une étoile quelconque dont on connaîtrait les coordonnées apparentes à l'une des époques pour lesquelles ils ont été calculés. Dans notre Tableau, nous les donnons de trente en trente jours; dans la pratique générale, on devra, à cause des termes à courte période, calculer u, $u'-u$ et θ de jour en jour; quant à m, n et p on pourra se contenter de les calculer de dix en dix jours.

Valeurs des constantes de réduction à minuit moyen de Paris.

	Dates. 1884.	u. ° ′ ″	$u'-u$. ° ′ ″	θ. ″	$10^8 m$.	$10^8 n$.	$10^7 p$
JANV.	1...	22.53.55,79	22.54. 4,21	+ 9,39	—9801	—2217	+ 77
	31...	33.11.47,77	33.12. 0,22	+ 9,87	—9660	+ 925	+263
MARS	1...	39.51.52,37	39.52. 7,61	+10,33	—8053	+4570	+376
	31...	43.25.51,18	43.26. 8,79	+11,13	—4807	+7752	+388

(¹) Voir à ce sujet ce que nous avons dit précédemment (*Bulletin*, t. I, p. 380).

Digitized by Google

Dates. 1884.	u ° ′ ″	$u' - \upsilon$. ° ′ ″	θ. ″	$10^6 m$.	$10^6 n$.	$10^7 p$.
Avril 30...	46. 2.25,72	46. 2.46,24	+12,39	— 567	+9346	+299
Mai 30...	49.16.23,83	49.16.48,12	+13,93	+3572	+8990	+137
Juin 29...	53.15. 9,72	53.15.38,22	+15,46	+6823	+6935	— 57
Juill. 29...	57.22. 7,76	57.22.40,16	+16,73	+8773	+3570	—237
Aout 28...	60.40.36,21	60.41.11,70	+17,70	+9112	— 678	—359
Sept. 27...	62.31.59,00	62.32.36,90	+18,58	+7516	—5112	—392
Oct. 27...	63.10. 9,72	63.10.50,17	+19,72	+3987	—8566	—322
Nov. 26...	63.45. 7,98	63.45.51,90	+21,30	— 651	—9891	—164
Déc. 26...	65.14.41,80	65.15.30,07	+23,12	—5041	—8715	+ 40

Application au calcul des positions apparentes de α Petite Ourse et de λ Petite Ourse. — Les coordonnées moyennes de α Petite Ourse sont, pour 1884,0, d'après la *Connaissance des Temps* (p. 376),

$$\mathcal{A} = 1^h 16^m 13^s,58 = 19^\circ 3' 23'',70 \quad \text{et} \quad \mathcal{D} = 88^\circ 41' 25'',1.$$

Nous donnons dans le Tableau suivant les valeurs de $A = \mathcal{A} - u$ et des quantités $\mathfrak{M}$, $\mathfrak{N}$ et $\mathfrak{P}$ obtenues à l'aide des formules (I).

Dates. 1884.	A. ° ′ ″	$10^8 \mathfrak{M}$.	$10^8 \mathfrak{N}$.	$10^7 \mathfrak{P}$.
Janv. 1...	356. 9.27,91	+2280512	— 148610	+9997387
31...	345.51.35,93	+2216397	— 553582	+9997389
Mars 1...	339.11.31,33	+2136570	— 806941	+9997390
31...	335.37.32,52	+2081926	— 937883	+9997391
Avril 30...	333. 0.57,98	+2036824	—1031086	+9997392
Mai 30...	329.46.59,87	+1975093	—1143550	+9997394
Juin 29...	325.48.13,98	+1890503	—1277102	+9997396
Juill. 29...	321.41.15,94	+1793421	—1408870	+9997398
Aout 28...	318.22.47,49	+1708670	—1509522	+9997399
Sept. 27...	316.31.24,70	+1658597	—1663651	+9997400
Oct. 27...	315.53.13,98	+1641030	—1581421	+9997401
Nov. 26...	315.18.15,72	+1624761	—1597264	+9997403
Déc. 26...	313.48.41,90	+1582331	—1638162	+9997404

Il nous est maintenant facile de former les quantités $\mathfrak{M} + m$, $\mathfrak{N} - n$ et $\mathfrak{P} - p$; les formules (IV) [1] nous donneront en-

[1] La seconde de ces formules peut être mise sous l'une des formes suivantes, plus avantageuses pour le calcul,

$$\operatorname{tang} \mathcal{D}'' = \frac{(\mathfrak{P} - p)\cos A''}{\mathfrak{M} + m} \quad \text{ou} \quad \operatorname{tang} \mathcal{D}'' = \frac{(\mathfrak{P} - p)\sin A''}{\mathfrak{N} - n},$$

qui résultent immédiatement de la combinaison des deux formules (IV).

Digitized by Google

suite A″, Ⓓ″, puis $\mathcal{A}'' = A'' + u' - \upsilon$: ces trois derniers résultats sont présentés dans le Tableau suivant :

Dates. 1884.	A″.	$\mathcal{A}''$.	Ⓓ″.
	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″
Janv. 1....	358.18.40,46	19.12.44,67	88.41.46,14
31....	345.53.41,27	19. 5.41,49	46,24
Mars 1....	339. 7.49,19	18.59.56,80	40,81
31....	335.31.19,18	18.57.27,97	31,94
Avril 30....	332.56. 6,35	18.58.52,59	22,86
Mai 30....	329.46.47,64	19. 3.35,76	16,35
Juin 29....	325.54.40,97	19.10.19,19	14,03
Juill. 29....	321.54.46,84	19.17.27,00	16,80
Aout 28....	318.42.17,88	19.23.29,58	23,83
Sept. 27....	316.54.38,39	19.27.15,29	33,97
Oct. 27....	316.17. 4,79	19.27.54,96	45,26
Nov. 26....	315.39.19,43	19.25.11,33	41.55,37
Déc. 26....	314. 4. 5,46	19.19.35,53	88.42. 2,00

$\mathcal{A}''$ et Ⓓ″ sont calculés ici pour le minuit moyen de Paris : avant de les comparer aux nombres de la *Connaissance des Temps*, il est nécessaire de les corriger de la variation correspondant à l'intervalle compris entre le minuit moyen et le passage de l'étoile au méridien de Paris. Il faudra en outre faire subir à chacune de ces coordonnées une correction rendue nécessaire par ce fait que notre calcul donne l'aberration annuelle complète, y compris ce que l'on appelle la *partie constante* de l'aberration, celle qui dépend de l'excentricité de l'orbite terrestre. Les termes qui correspondent à cette partie constante sont compris dans les coordonnées moyennes que nous avons données ci-dessus, afin d'éviter d'avoir à s'en occuper dans la méthode ordinaire de calcul. Il en résulte que, ces termes se trouvant deux fois dans nos résultats, ceux-ci doivent, pour cette raison, recevoir les corrections $\delta\mathcal{A}'' = -0^s,16$ et $\delta Ⓓ'' = -0'',34$. Nous désignerons par $\mathcal{A}''_0$ et $Ⓓ''_0$ les valeurs de $\mathcal{A}''$ et de Ⓓ″ correspondant au moment du passage supérieur au méridien de Paris et corrigées de l'erreur relative à la *partie constante* de l'aberration.

Nous avons appliqué exactement la même méthode au calcul des positions apparentes de λ Petite Ourse, dont les coordonnées moyennes pour 1884,0 sont, d'après la *Connaissance des Temps* (p. 396),

$$\mathcal{A} = 19^h 39^m 59^s,42 = 294^\circ 59' 51'',30 \quad \text{et} \quad Ⓓ = 88^\circ 57' 11'',7.$$

Digitized by Google

Les corrections de ces coordonnées relatives à la partie constante de l'aberration sont $\delta\alpha'' = +1^s,21$ et $\delta\delta'' = -0'',09$. Nous nous bornerons, pour λ Petite Ourse, à donner la valeur définitive de α''_0.

Comparaison des positions apparentes obtenues avec celles qui sont données par diverses éphémérides. — Nous allons comparer nos résultats (G) avec ceux qui sont fournis par la *Connaissance des Temps* (C), le *Nautical Almanac* (N), le *Berliner Astronomisches Jahrbuch* (B) et l'*American Ephemeris* (A). Nous corrigerons préalablement les positions fournies par les trois derniers Recueils, de la différence entre les coordonnées moyennes qu'ils ont adoptées et celles qui sont données par la *Connaissance des Temps* et dont nous avons fait usage, et en outre de la variation des coordonnées apparentes correspondant à la différence des longitudes.

Les résultats de cette comparaison sont présentés dans le Tableau suivant, dans lequel nous avons seulement inscrit les secondes de chaque coordonnée :

α Petite Ourse. — Au passage supérieur au méridien de Paris.

Dates. 1884.	α''_0 G.	C.	N.	B.	A.	Diff. en centièmes de seconde. G — C.	G — N.	G — B.	G — A.
	s	s	s	s	s				
Janv. 1...	51,05	50,88	50,89	50,98	51,02	+17	+16	+ 7	+ 3
31...	22,91	22,86	22,81	22,88	22,89	+ 5	+10	+ 3	+ 2
Mars 1...	59,83	59,88	59,80	59,85	59,82	— 5	+ 3	— 2	+ 1
31...	49,69	49,70	49,61	49,64	49,64	— 1	+ 8	— 5	+ 5
Avr. 30...	55,50	55,44	55,37	55,52	55,53	+ 6	+13	— 2	— 3
Mai 30...	14,48	14,43	14,37	14,53	14,58	+ 5	+11	— 5	—10
Juin 29...	41,39	41,42	41,37	41,40	41,41	— 3	+ 2	— 1	— 2
Juil. 29...	9,84	10,00	9,95	9,81	9,80	—16	—11	+ 3	+ 4
Aout 28...	33,90	34,09	34,10	33,93	33,92	—19	—20	— 3	— 2
Sept. 27...	48,87	48,98	49,01	48,93	48,93	—11	—14	— 6	— 6
Oct. 27...	51,51	51,49	51,51	51,56	51,55	+ 2	0	— 5	— 4
Nov. 26...	40,69	40,55	40,52	40,74	40,77	+14	+17	— 5	— 8
Déc. 26...	18,39	18,25	18,18	18,50	18,53	+14	+21	—11	—14

λ Petite Ourse. — Au passage supérieur au méridien de Paris.

Janv. 1...	49,33	49,55	49,45	49,33	49,29	—22	—12	0	+ 4
31...	45,40	45,47	45,50	45,43	45,42	— 7	—10	— 3	— 2
Mars 1...	2,61	2,54	2,67	2,57	2,53	— 7	— 6	+ 4	+ 8

Digitized by Google

Dates. 1884.	α G	C.	N.	B.	A.	Diff. en centièmes de seconde. G — C.	G — N.	G — B.	G — A.
	s	s	s	s	s				
Mars 31...	33,44	33,39	33,58	33,42	33,41	+ 5	—14	+ 2	+ 3
Avr. 30...	7,33	7,26	7,46	7,23	7,21	+ 7	—13	+10	+12
Mai 30...	33,76	33,77	33,92	33,67	33,67	— 1	—16	+ 9	+ 9
Juin 29...	45,83	45,75	45,81	45,70	45,72	+ 8	+ 2	+13	+11
Juil. 29...	40,46	40,12	40,06	40,33	40,34	+34	+40	+13	—12
Aout 28...	18,28	17,89	17,70	18,19	18,22	+39	+58	+ 9	+ 6
Sept. 27...	43,37	43,14	42,85	43,32	43,26	+23	+52	+ 5	+11
Oct. 27...	2,44	2,41	2,11	2,36	2,32	+ 3	+33	+ 8	+12
Nov. 26...	24,03	24,19	23,92	24,02	23,96	—16	+11	+ 1	+ 7
Déc. 26...	57,37	57,58	57,40	57,42	57,33	—21	— 3	— 5	+ 4

Nous avons également fait la comparaison des déclinaisons. Si l'on s'arrête aux dixièmes de seconde, les différences sont sensiblement nulles : l'écart maximum avec le *Berliner Jahrbuch,* qui donne les centièmes, est de 0″,06.

On voit que, pour les ascensions droites, c'est le *Nautical Almanac* qui présente les écarts les plus considérables, la *Connaissance des Temps* vient ensuite, puis, à peu près au même rang, le *Berliner Jahrbuch* et l'*American Ephemeris.* Pour le *Nautical Almanac,* la différence s'explique par ce fait qu'on a négligé quelques-uns des petits termes de la nutation qui entrent dans les calculs de la *Connaissance des Temps,* et par suite dans les nôtres. La plus grande exactitude du *Berliner Jahrbuch* et de l'*American Ephemeris* provient de ce que ces deux recueils ont poussé l'approximation plus loin que les deux premiers.

On voit d'ailleurs, comme nous l'avons dit dans notre premier article, que la précision de l'une ou l'autre des éphémérides que nous avons citées est supérieure à celle d'une observation isolée, et qu'elle est suffisante pour les usages ordinaires de l'Astronomie.

Mais, pour l'étude de certaines questions spéciales, nous croyons que l'exactitude doit être portée plus loin. En poussant le calcul de la précession générale et de la nutation jusqu'aux millièmes de seconde d'arc, les formules que nous avons données fourniront des ascensions droites apparentes dont l'erreur ne devra guère dépasser un centième de seconde de temps pour une étoile dont la déclinaison serait de 89°25′ ($\tang \omega = 100$).

L'application de notre méthode est évidemment beaucoup plus longue que celle des formules de Bessel; mais elle sera à la fois

Digitized by Google

la plus sûre et la plus rapide si l'on veut arriver à une très grande précision, surtout si l'on a à calculer les positions apparentes d'un certain nombre d'étoiles circompolaires.

LES HYPOTHÈSES COSMOGONIQUES;

PAR M. C. WOLF.

[*Suite* (1).]

CHAPITRE III.

Modifications et additions apportées à l'hypothèse de Laplace.

Ni Laplace ni Kant n'ont cherché à rendre compte de l'immense provision de chaleur que contient le Soleil. Pour Kant, le Soleil est le siège d'une combustion violente, mais le mode de renouvellement du combustible n'est pas expliqué; pour Laplace, la température de la nébuleuse primitive est énorme, et la quantité de chaleur qu'elle contient est une propriété originelle, tout comme l'attraction. L'introduction dans la Science de la théorie mécanique de la chaleur a nécessairement modifié beaucoup la notion de la nébuleuse solaire.

Les astronomes ont dû se demander de tout temps comment s'entretient la chaleur du Soleil. Buffon, qui, avec presque tous les savants de son époque, considérait cet astre comme un véritable foyer de matières en combustion, trouvait des aliments à ce foyer dans les comètes que son attraction y faisait tomber sans cesse. C'est aussi à ce mode d'entretien du foyer solaire que les premiers auteurs de la Thermodynamique ont pensé. Mayer et Waterston supposent que des matières venues de l'extérieur tombent incessamment sur la surface du Soleil, où un arrêt brusque engendre une quantité de force vive calorifique déterminée. La chute sur chaque mètre carré et par seconde de $0^{gr},3$ de matière venant de l'infini suffirait à compenser la perte de chaleur qu'éprouve incessamment le Soleil. A la matière météorique supposée par Mayer, W. Thomson substitua la matière qui produit la lumière zodiacale. Mais tout afflux de matière venant du dehors augmente la masse

(1) *Voir* p. 313, 431 et 478 de ce Volume.

Digitized by Google

du Soleil, et il en résulterait, dans la révolution de la Terre, une accélération contraire aux faits observés. M. Helmholtz a montré qu'il n'est nullement nécessaire de recourir à une alimentation extérieure du Soleil : à mesure que le Soleil se refroidit, il se contracte, et la chaleur engendrée par cette chute incessante de la matière même du Soleil suffit, si on le considère comme une masse gazeuse, à compenser la perte qu'il éprouve par rayonnement. Une contraction annuelle de 75^m environ dans le diamètre solaire donnerait, dans les conditions les plus défavorables, la chaleur nécessaire à cette compensation et ne produirait qu'une diminution d'une seconde au bout de plus de 9000 ans sur le diamètre apparent de l'astre.

Nous sommes alors conduits à une conséquence du plus haut intérêt. S'il est vrai que le Soleil diminue sans cesse de diamètre, il a été, à des époques antérieures, beaucoup plus volumineux qu'aujourd'hui. A un moment, il a rempli tout l'orbe de Mercure, antérieurement il remplissait celui de Jupiter; il s'est étendu jusqu'à l'orbite de Neptune et au delà, si bien que nous sommes ramenés, comme conséquence mathématique de la théorie de la chaleur, à l'idée que Laplace s'était faite du Soleil primitif, en s'appuyant sur des considérations d'un ordre tout différent. En même temps, cette théorie nous fait connaître la source de la chaleur que possédait déjà la nébuleuse au moment de la formation des planètes, et que possède encore le Soleil. Supposons, avec M. W. Thomson, la matière totale du système solaire primitivement diffusée, à l'état de gaz extrêmement rare, dans un globe de rayon bien supérieur au rayon de l'orbite de Neptune; cette nébuleuse était au zéro absolu de température, mais sa contraction sous l'empire de la gravité en a élevé peu à peu la température, et l'on peut calculer la quantité totale de chaleur engendrée par cette contraction. Elle est nécessairement limitée, quelle qu'ait été l'étendue de la nébuleuse à l'origine; un corps tombant de l'infini engendre une quantité finie de chaleur, de même qu'il n'acquiert qu'une vitesse finie. M. W. Thomson a montré que la contraction du Soleil, depuis un volume infini jusqu'à son volume actuel, engendrerait 18 millions d'années de chaleur, c'est-à-dire 18 millions de fois la chaleur que cet astre rayonne aujourd'hui en un an. Suivant qu'on supposera que le Soleil perdait, dans les âges antérieurs, plus ou moins de

Digitized by Google

chaleur qu'il n'en émet actuellement, la théorie dynamique fixera l'âge de cet astre à un nombre d'années inférieur ou supérieur à 18 millions d'années.

Mais cette manière d'envisager l'origine de la chaleur solaire a fait naître une objection contre l'hypothèse nébulaire elle-même. Les géologues de l'école uniformitaire ont calculé qu'au taux moyen de vitesse de formation actuelle des sédiments terrestres, il a fallu à la terre 500 millions d'années pour la formation et la stratification des terrains géologiques; d'où incompatibilité des faits géologiques avec l'hypothèse nébulaire, qui ne nous fournit que 18 millions d'années en moyenne, peut-être 30 millions au maximum.

L'argument peut évidemment se retourner contre l'école des causes actuelles : puisque cette théorie conduit à admettre 500 millions d'années pour la production de phénomènes qui en réalité n'ont pas pu durer 30 millions d'années, cette théorie est inadmissible. Et je crois qu'ainsi présentée l'objection est beaucoup plus forte que la première; car il est bien difficile d'admettre que les agents de stratification des terrains n'aient pas travaillé autrefois avec une bien plus grande activité qu'aujourd'hui, lorsque la température de la Terre était beaucoup plus élevée.

Cependant le désir de satisfaire aux besoins des géologues a conduit certains esprits à ne pas se contenter de la chaleur ainsi engendrée par la condensation de la nébuleuse primitive, considérée comme le chaos originel, et ils ont fait remonter leurs spéculations plus haut encore dans le temps. M. Croll (1) a émis en 1877 les idées suivantes :

1° Si deux masses solides et froides, égales chacune à la demi-masse du Soleil, venaient à tomber l'une sur l'autre en vertu de leur seule attraction, la collision engendrerait une quantité de chaleur suffisante pour les réduire toutes deux en vapeur. Si on leur suppose en outre une vitesse originelle l'une vers l'autre de 202 milles par seconde, il résultera du choc 50 millions d'*années de chaleur;* une vitesse de 678 milles donnerait 200 millions d'années; une vitesse de 1700 milles, 800 millions.

2° On peut donc supposer que la nébuleuse solaire était non pas

(1) Croll, *On the probable origin and age of the Sun* (*Quarterly Journal of Science,* t. LV, 1877).

Digitized by Google

froide à l'origine, mais à une température excessivement élevée, cette nébuleuse ayant été produite par la collision de deux masses solides froides. Toutes les étoiles actuelles tireraient ainsi leur chaleur de la rencontre de masses froides et obscures circulant dans l'espace. Les nébuleuses actuelles sont le produit des chocs les plus récents; les étoiles sont le résultat de la condensation des anciennes nébuleuses.

3° Lorsque, dans la suite des temps, les soleils et leurs planètes se seront refroidis et seront devenus obscurs, il suffira de la rencontre de deux soleils éteints pour engendrer une nébuleuse nouvelle, d'où naîtront un nouveau soleil et de nouvelles planètes. Les mondes renaîtront ainsi incessamment par collision, jusqu'à ce que toute la matière qui constitue l'univers soit réunie en une masse unique, froide et obscure....

Ces idées de M. Croll sont sans doute absolument exactes au point de vue purement mécanique. Mais il faut avouer que leur introduction dans le monde physique froisse trop violemment tout ce que nous savons de la stabilité du système de l'Univers, pour qu'elles puissent être acceptées sans preuves directes, et de pareilles preuves font entièrement défaut. Nous n'avons aucun exemple de collision de deux corps : dans les systèmes d'étoiles multiples, les corps circulent les uns autour des autres sans pouvoir se rencontrer. Les vitesses mesurées sont, en général, moindres que 50 milles à la seconde (80^{km}) et n'excèdent jamais 200 milles [1] (322^{km}). Enfin le but que se propose l'auteur ne paraît pas devoir être atteint, car la plus grande partie de la chaleur produite par la collision serait déjà dissipée par rayonnement avant la formation des planètes et de l'étoile aux dépens de la nébuleuse, et il faudrait défalquer bon nombre des années de chaleur gagnées avant d'arriver aux âges géologiques.

Il paraît donc sage de ne pas chercher à remonter dans l'histoire des systèmes célestes au delà de la nébuleuse primitive. Celle-ci nous représente le chaos originel, c'est-à-dire la matière telle qu'elle est sortie des mains de son Créateur, avec ses propriétés et ses lois. Elle était à un état de ténuité extrême, absolument froide

[1] Un corps qui tomberait de l'infini sur le Soleil, sans vitesse initiale, pourrait atteindre une vitesse de 563^{km} par seconde.

Digitized by Google

et animée d'un mouvement de rotation. C'est la condensation sous l'empire de la gravité qui a produit la chaleur que possède encore le Soleil et qu'ont possédée originairement les planètes. C'est la condensation encore persistante de la masse nébuleuse du Soleil qui suffit, en partie du moins, à la dépense annuelle de chaleur et de lumière. Le Soleil d'ailleurs, d'après ces nouvelles conceptions, est le dernier-né du système. Nous avons vu Laplace le considérer d'abord comme préexistant aux planètes; c'était l'atmosphère de ce globe, peut-être solide ou liquide, qui formait les planètes. Puis Laplace, converti aux idées d'Herschel, a fait du Soleil et de son atmosphère une nébuleuse planétaire à condensation centrale. Nul ne peut douter qu'aujourd'hui il regarderait l'état actuel du Soleil comme le dernier degré de condensation de la nébuleuse primitive, dont des portions détachées ont extérieurement produit les planètes dans l'ordre même de leurs distances, en commençant par les plus éloignées. La période géologique de la Terre, masse de peu d'importance et par suite rapidement refroidie, a donc pu commencer bien avant la formation du Soleil *actuel*, et lorsque la nébuleuse n'avait peut-être pas encore donné naissance à Vénus ni à Mercure.

Les géologues pourront trouver, dans le diamètre considérable de la masse solaire à ces époques, l'explication de l'égalité de climat dont paraît avoir joui la terre jusqu'au commencement de l'époque actuelle. Mais la durée des périodes géologiques, si l'on admet l'ordre de formation des planètes que suppose Laplace, sera nécessairement moindre que 20 à 30 millions d'années, et d'autant moindre qu'il aura fallu à la nébuleuse plus de temps pour se contracter depuis ses dimensions primitives, jusqu'à l'orbite même de la Terre.

Aussi, toujours dans le but de reporter plus loin dans les âges antérieurs le commencement des formations géologiques, plusieurs auteurs ont-ils émis l'opinion que la formation des anneaux a été à peu près simultanée, et non pas successive du dehors en dedans. « Il n'est pas nécessaire de supposer, dit M. Kirkwood [1], que, si l'hypothèse nébulaire est vraie, les planètes extérieures doivent

---

[1] *On certain harmonies of the solar system* (*Silliman's Journal of Science*, 2e série, t. XXXVIII, p. 5).

Digitized by Google

avoir une antiquité beaucoup plus grande que les planètes intérieures. La formation des anneaux qui leur ont donné naissance peut avoir été contemporaine. D'où il suivrait que les planètes les plus éloignées sont moins avancées dans leur histoire physique que celles qui sont plus voisines du Soleil. Peut-être même y a-t-il encore au delà de Neptune des anneaux à l'état nébuleux ou tout au moins non encore condensés en une planète unique. »

M. le professeur Trowbridge a montré que la nébuleuse solaire, très aplatie, pouvait en effet s'être partagée, à un certain moment, en une série presque continue d'anneaux (1).

M. S. Newcomb regarde aussi comme nécessaire une profonde modification au mode de formation des anneaux. « Dans son état primitif, lorsque la nébuleuse très rare s'étendait bien au delà des limites actuelles du système solaire, elle devait avoir une forme à très peu près sphérique. A mesure qu'elle s'est contractée, et que l'effet de la force centrifuge a été plus marqué, elle a dû prendre la forme d'un sphéroïde aplati. Lorsque enfin la contraction a été assez avancée pour que la force centrifuge et la force d'attraction se fissent à peu près équilibre à la limite équatoriale extérieure de la masse, le résultat a dû être que la contraction dans la direction de l'équateur a entièrement cessé et s'est confinée dans les régions polaires, d'où chaque particule tombait non vers le centre, mais vers le plan de l'équateur solaire. Ainsi s'est produit un aplatissement continuel de l'atmosphère sphéroïdale, qui a fini par la réduire à un disque plat et mince. Ce disque se serait alors séparé en anneaux, qui auraient formé les planètes suivant le mode décrit par Laplace. Mais il n'y aurait probablement pas grande différence dans l'âge des planètes; vraisemblablement les minces anneaux intérieurs se seraient plus rapidement condensés en planètes que les anneaux extérieurs beaucoup plus larges. » (M. S. Newcomb, *Popular Astronomy*, p. 513.)

Si donc une succession presque continue d'anneaux a pu donner naissance à des planètes de grande dimension, séparées comme elles le sont par d'immenses espaces vides, l'hypothèse ainsi modifiée pourra fournir un plus grand nombre d'années pour le refroidisse-

(1) Trowbridge, *On the nebular hypothesis* (*Silliman's Journal*, 2e série, t. XXXVIII, p. 356).

Digitized by Google

ment de la Terre et la formation des couches géologiques, sans toutefois dépasser les 20 ou 30 millions. Mais il ne faut pas perdre de vue que, s'il est possible de calculer assez exactement la vitesse de refroidissement du Soleil gazeux, le même calcul n'est pas possible pour la Terre, en raison de la différence des conditions. Par suite de l'état solide de la Terre au moins à la surface, la chaleur qu'elle perd n'a aucune relation connue avec sa température intérieure. Si l'on voulait calculer la durée du refroidissement de la Terre au taux de sa perte actuelle de chaleur, il faudrait compter par milliers de millions d'années. Mais l'état liquide ou solide de la Terre fait entrer en ligne de compte une nouvelle donnée qui modifie considérablement l'allure du phénomène. Ainsi que l'a montré M. Lane en 1870 (1), la température d'un corps gazeux s'élève continuellement, tandis qu'il se contracte par suite d'une perte de chaleur. En perdant de la chaleur, il se contracte, mais la chaleur engendrée par la contraction est plus que suffisante pour empêcher la température de s'abaisser. Ce paradoxe apparent est une conséquence immédiate de la loi de l'attraction et de la loi de Mariotte. Mais la contraction d'un solide ou d'un liquide produit un effet exactement contraire. La contraction produite par chaque degré d'abaissement de la température enlève probablement une centaine de degrés de chaleur du globe. Il faut joindre encore à cette cause de perte de la chaleur les énormes éruptions de matières fondues qui se sont fait jour à travers la croûte encore peu épaisse, et qui, par leur refroidissement rapide, ont accéléré celui du globe et l'épaississement de la couche solide. Il est donc possible que le refroidissement de la Terre n'ait pris qu'une minime portion des années de chaleur calculées par M. Thomson; en tout cas, l'Astronomie ne paraît pas pouvoir aujourd'hui en fournir davantage à la Géologie.

CHAPITRE IV.

Examen des objections faites à l'hypothèse de Laplace.

J'arrive maintenant à l'examen des objections qui ont été faites à l'hypothèse cosmogonique de Laplace.

---

(1) Lane, *On the theoretical temperature of the Sun* (*Silliman's Journal*, juillet 1870).

Digitized by Google

1° La formation des anneaux, tels que les suppose Laplace, est impossible.

2° Ces anneaux ne pourraient donner naissance qu'à une multitude de planètes très petites, qui rempliraient toute l'étendue de la nébuleuse primitive, et non à de grosses planètes, séparées par des intervalles vides.

3° Les planètes nées de ces anneaux devraient avoir un mouvement de rotation rétrograde.

4° Le premier satellite de Mars et les anneaux intérieurs de Saturne sont plus proches de leurs planètes et tournent plus vite que ne le permet l'hypothèse de Laplace.

5° Les mouvements des satellites d'Uranus et de Neptune sont rétrogrades, ainsi que très probablement les rotations de ces planètes.

Impossibilité de la formation d'anneaux séparés. — Si l'on suppose la nébuleuse primitive homogène et restant homogène pendant sa contraction, sa période de rotation, d'abord excessivement lente, diminue, suivant la loi des aires, comme le carré du rayon. Si donc elle était de 164,6 années, durée de la révolution de Neptune, lorsqu'elle remplissait l'orbite de cette planète, elle aurait été réduite à 67 ans au moment de sa contraction dans l'orbite d'Uranus, à 16,7 années lorsqu'elle serait diminuée au rayon de l'orbite de Saturne, à 4,94 années pour le rayon de celle de Jupiter, et enfin à $0^j,0014$ pour le rayon du globe du Soleil actuel. Telles devraient être aussi les durées de révolution des planètes et de rotation du Soleil. De plus, ce dernier ne serait pas un globe presque sphérique, mais un ellipsoïde très fortement aplati. Enfin, dans cette hypothèse, la pesanteur à l'équateur de la nébuleuse, une fois devenue égale à la force centrifuge, lui reste constamment inférieure pendant la contraction ultérieure; d'où un abandon continu de matière, et non une formation d'anneaux indépendants.

La nébuleuse primitive doit donc être considérée tout autrement; et Laplace, en effet, a toujours supposé en son centre un globe de densité relativement considérable, sur la surface duquel venait peu à peu se précipiter la matière atmosphérique, de manière à augmenter lentement la rapidité de son mouvement de rotation. Le frottement de ce globe contre l'atmosphère et les frottements intérieurs des couches de celle-ci maintenaient d'ailleurs l'uniformité du

Digitized by Google

mouvement angulaire dans toute l'étendue de la nébuleuse, et par réaction empêchaient aussi le globe du Soleil de tourner aussi vite que l'auraient exigé sa propre contraction et la précipitation de matière à sa surface. La nébuleuse forme ainsi une véritable atmosphère de forme ellipsoïdale, dont l'aplatissement ne peut dépasser une limite déterminée, où le rapport des axes est celui de deux à trois (LAPLACE, *Méc. céleste,* Liv. III, Chap. VII).

Si nous adoptons l'idée actuelle de la nébuleuse solaire, nous devons supposer que, dès l'origine, les matériaux les plus denses se sont condensés vers le centre, et y ont produit une sorte de noyau qui a joué le rôle que Laplace attribuait au globe même du Soleil. Par une analyse fondée sur d'ingénieuses suppositions, M. Trowbridge a cherché à calculer la loi de variation de densité à l'intérieur du sphéroïde solaire, pendant la formation des anneaux planétaires. Il a trouvé les valeurs suivantes du rayon principal de gyration de ce sphéroïde aux époques de formation des neuf planètes, les astéroïdes étant comptés comme la cinquième à partir du Soleil :

	Milles.		Milles.
Mercure	468900	Jupiter	3292000
Vénus	749300	Saturne	5186000
Terre	955500	Uranus	8759000
Mars	1311000	Neptune	12260000
Astéroïdes	2216000	Rayon actuel du Soleil	441000

Ces valeurs nontrent que, déjà au moment de la formation de l'anneau de Neptune, le sphéroïde solaire était très condensé vers le centre; et que probablement plus de la moitié de la masse était en dedans de l'orbite actuelle de la Terre, et la plus grande partie de cette moitié en dedans de l'orbite de Mercure. La densité des régions équatoriales, immédiatement avant l'abandon de l'anneau de Neptune, ne devait être, d'après M. Trowbridge, qu'un demi-millionième de la densité des couches situées au voisinage de l'orbite actuelle de Mercure [TROWBRIDGE, *On the nebular hypothesis* (*Silliman's amer. Journal of Science,* 2e série, t. XXXVIII, p. 344 à 360; 1864)]. Nous retrouvons donc l'hypothèse de Laplace, un noyau central de densité relativement considérable, entouré d'une atmosphère extrêmement raréfiée (1).

(1) Dans une Note présentée à l'Académie des Sciences, le 24 novembre 1884, M. Maurice Fouché vient également de montrer qu'au moment de la formation

Digitized by Google

Mais cela ne suffit pas encore. D'après Laplace, les planètes sont actuellement aux distances mêmes où se sont détachés les anneaux. Il faudrait donc qu'après la formation du premier anneau, celui de Neptune par exemple, la nébuleuse se fût contractée, sans nouvelle perte de matière, jusqu'à l'orbite d'Uranus, c'est-à-dire à un rayon à peu près moitié. Pourquoi un pareil état d'équilibre, persistant pendant de longues périodes, séparées par un brusque renversement du rapport de la gravité à la force centrifuge?

Il est bien clair qu'une loi quelconque de la variation de densité de la nébuleuse du centre à la circonférence, *si elle reste la même pendant la contraction*, ne peut donner lieu à de telles alternatives. M. Faye a démontré en effet (*Comptes rendus*, t. XC, p. 570; 1880) que dans de telles conditions une nébuleuse à condensation centrale, où l'on suppose un décroissement des densités aussi rapide que l'on voudra, n'aurait jamais abandonné la moindre parcelle de sa masse en se contractant. M. Kirkwood (*Monthly Notices of the R. A. S.*, t. XXIX, p. 96) considère les choses autrement et fait voir que l'équilibre, une fois troublé, n'a pas dû se rétablir; et que, par suite, une continuelle succession d'anneaux étroits ont dû se détacher très proche les uns des autres; telle est aussi la conséquence du mode de contraction indiqué par M. S. Newcomb (*voir* plus haut, p. 588). Ainsi, ou pas d'anneaux, ou un abandon continu de matière, formant des anneaux très voisins, desquels résulteront, non pas de grosses planètes séparées par des intervalles vides, mais des corpuscules planétaires remplissant tout l'espace circomsolaire; telle est la conséquence d'une contraction lente et régulière de la nébuleuse primitive.

M. Roche est le seul, je crois, qui ait cherché à rendre compte des ruptures brusques d'équilibre à des moments déterminés, séparés les uns des autres par de longues périodes de repos, telles que l'exige l'hypothèse de Laplace (Roche, *Essai sur la constitu-*

---

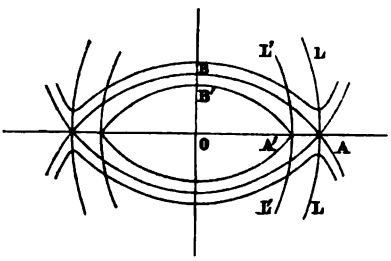
planètes, la condensation centrale de la nébuleuse devait être énorme, et que la masse de l'atmosphère ne pouvait être qu'une très minime fraction de la masse totale. De plus, il ressort de l'application de la troisième loi de Kepler et du principe de la conservation des quantités de mouvement, que la loi des densités a dû constamment varier pendant la formation des anneaux, l'atmosphère tendant de plus en plus vers l'homogénéité et devenant relativement plus dense. (*Comptes rendus*, t. XCIX, p. 903).

Digitized by Google

tion du système solaire; Montpellier, 1873). Il est nécessaire d'entrer ici dans quelques détails sur ce travail très original, parce que nous aurons souvent à y revenir dans la suite de cette discussion.

M. Roche admet l'idée fondamentale de Laplace, le Soleil primitif entouré à grande distance d'une atmosphère très légère, tournant avec la même vitesse que le globe central. Cette atmosphère est soumise aux lois que M. Roche a étudiées, d'une façon spéciale, dans son Mémoire sur la figure des atmosphères des corps célestes [*Mémoires de l'Académie de Montpellier,* t. II, p. 399 (1854), et t. V, p. 263, (1862)]. Les couches de niveau (*fig.* 16) sont de révolution autour de l'axe de rotation, aplaties aux pôles, et l'aplatissement croît avec la distance au centre. La surface libre est la

Fig. 16.



plus grande des surfaces de niveau, qui enveloppent le noyau sans sortir de la *surface limite* LL : celle-ci est définie par la condition qu'en un point quelconque la force centrifuge y fait équilibre à la pesanteur. Le fait nouveau découvert par M. Roche est l'existence à l'équateur, sur la courbe génératrice de la surface libre, d'un point double A, où les deux tangentes font entre elles un angle de 120°. En tournant autour de l'axe, cette courbe engendre une surface qui offre elle-même une arête saillante, tout le long de l'équateur : c'est la ligne de jonction de la partie fermée de la surface libre, avec ses deux nappes illimitées. Au delà, la surface de niveau n'est plus fermée, elle s'ouvre à l'équateur et se développe suivant deux nappes indéfinies.

Lorsque, par suite de la contraction, la vitesse de rotation augmente, la surface limite LL se rapproche en L'L'; la matière comprise entre L' et L cesse donc d'appartenir à l'atmosphère du Soleil. De plus, pour que la surface libre prenne la forme de la surface de niveau passant par A', il faut qu'une autre portion de

Digitized by Google

matière abandonne aussi le Soleil : c'est celle qui est comprise entre la surface B'A', la surface BA et la surface limite L'L'; elle coule tout le long des surfaces de niveau du pôle vers l'équateur et se déverse suivant l'arête saillante.

De toute cette matière, toute molécule qui auparavant décrivait un grand cercle continue à le suivre avec la même vitesse, « parce que sa force centrifuge est exactement balancée par la pesanteur ». On a donc : $\frac{4\pi^2 a}{T^2} = \frac{M}{a^2}$, a désignant le rayon décrit par la molécule, T la durée de sa révolution. Chacune d'elles se meut donc suivant les lois de Kepler, et leur ensemble constitue un anneau de Laplace. Nous verrons plus tard ce qu'il doit devenir.

Mais la matière qui descend des pôles vers l'équateur n'a qu'une vitesse linéaire moindre que celle de l'équateur, d'autant plus faible qu'elle descend de plus haut. Chaque particule commence donc à se mouvoir tangentiellement à l'équateur, en décrivant dans le plan de l'équateur une ellipse autour du centre O du Soleil comme foyer, ellipse d'autant plus allongée que la vitesse propre de la particule est plus faible. Si donc nous considérons l'atmosphère solaire comme extrêmement légère, cette particule y rentrera et y décrira son ellipse propre. L'ensemble des particules parties du point A avec la même vitesse tangentielle décrivent la même ellipse et constituent une *traînée elliptique*. Chaque point de l'équateur est l'origine de pareilles traînées. M. Roche montre ensuite comment, de ces diverses traînées, les plus profondes étant annulées par la résistance du milieu, la matière qui les forme tombe sur le Soleil; tandis que les plus extérieures, dont la vitesse tangentielle diffère peu de la vitesse équatoriale, forment un anneau circulaire qui tourne à l'intérieur, très près de l'équateur, avec la même vitesse que l'atmosphère. Si celle-ci est extrêmement raréfiée, les traînées elliptiques se convertissent en un anneau intérieur plus rapproché du centre.

L'existence de ces anneaux intérieurs constitue le point le plus original des développements apportés par M. Roche à l'idée primitive de Laplace et servira à expliquer plusieurs points importants de l'histoire des satellites et de la rotation du Soleil actuel. Il ne faut pas oublier que tout l'édifice de M. Roche, comme celui de Laplace, repose sur l'existence, au milieu de la nébuleuse, d'une condensa-

Digitized by Google

tion centrale, dont l'attraction l'emporte énormément sur celle de son atmosphère.

Il faut maintenant expliquer comment a pu se produire, dans la contraction de la nébuleuse solaire, la série des alternatives $a > L$ et $a < L$, qui seule a pu donner naissance à des planètes séparées par des intervalles vides. L est le rayon de la surface limite, a le rayon équatorial de l'atmosphère.

M. Roche rend compte de ces alternatives en remarquant que la contraction de la nébuleuse et la variation de sa vitesse de rotation résultent de deux causes, le refroidissement par la surface et la condensation par précipitation de la matière vers le centre. Soit à un certain moment $L = a$. Si alors la précipitation vers le centre devient très active pour la matière située vers ce centre, L devient moindre que a; car le moment d'inertie du système diminue, la vitesse de rotation augmente, sans que a ou l'étendue de l'atmosphère varie sensiblement. Une couche superficielle est donc abandonnée. Mais sa disparition favorise le refroidissement de la nouvelle surface libre, sans diminuer L, puisque la masse abandonnée est très faible. Le rayon équatorial diminue et rentre en deçà de L, l'équilibre se rétablit et la formation des anneaux cesse brusquement. Les alternatives résultent ainsi de ce que la condensation de la matière a lieu, tantôt au centre, tantôt à la surface.

La formation des traînées elliptiques favorise ces alternatives. En effet, la matière qui rentre dans l'atmosphère se rapprochant du centre, le moment d'inertie diminue, la vitesse augmente, L diminue et peut devenir moindre que a. Mais il faut remarquer que, dans ce procédé de condensation, c'est le centre de la nébuleuse qui commence à tourner plus vite; la communication du mouvement se fait progressivement du centre vers l'extérieur; donc L, après avoir diminué rapidement, devient presque constant. Le refroidissement diminue alors progressivement a, qui devient à son tour moindre que L, et la formation des anneaux cesse jusqu'à ce que la vitesse de rotation se soit uniformisée. Alors L diminue brusquement et un nouvel anneau se détache.

On peut donc admettre que le refroidissement se fait d'une façon à fort peu près continue, tandis que la distance au centre de la surface limite varie par saccades. De cette hypothèse résulte une loi très curieuse des époques auxquelles se sont formées les pla-

Digitized by Google

nètes. En effet, d'une part, la loi de Bode exprime les distances réelles D des planètes au Soleil par la formule

$$D = A + Ba^n,$$

n recevant des valeurs entières successives. Ces valeurs de D sont aussi celles de la limite L, au moment où cesse de se former un anneau, c'est-à-dire celles qui correspondent à $L = a$. D'autre part, la loi de Dulong appliquée au refroidissement d'une masse gazeuse donne pour son rayon a, en fonction du temps, l'expression

$$a = A_1 + B_1 e^{-rt}.$$

L'égalité $L = a$ exige donc que

$$A + Ba^n = A_1 + B_1 e^{-rt}.$$

Et, comme les planètes se sont formées à des distances telles que n soit représenté par la série des nombres entiers, il faut aussi que les époques t de leur formation ou de l'abandon des anneaux forment une progression arithmétique. La loi de Bode revient donc dans l'hypothèse de Laplace à celle-ci : les planètes se sont formées à des époques également espacées dans le temps [1].

(*A suivre.*)

REMARQUES

DE MM. PAUL ET PROSPER HENRY ET A. BOINOT
AU SUJET DE LA NOTE DE M. TROUVELOT,

« Sur la variabilité des anneaux de Saturne. »

En comparant la Note publiée par M. Trouvelot dans le dernier numéro du *Bulletin astronomique,* et intitulée : *Sur la variabilité des anneaux de Saturne,* avec une Communication faite sur le même sujet à l'Académie des Sciences, dans la séance du 21 avril 1884 (*Comptes rendus,* t. XCVIII, p. 968), nous avons, en ce qui concerne l'époque de la disparition de la divisiond 'Encke, constaté des divergences que nous croyons devoir signaler.

Dans la Communication insérée aux *Comptes rendus,* M. Trouvelot dit : « C'est le 15 *février* de la présente année que, pour la

[1] La loi de Bode a été étendue par M. Roche aux satellites des planètes. On doit aussi à M. Gaussin, ingénieur-hydrographe en chef, une Note très intéressante sur les lois de la distribution des astres du système solaire (*Comptes rendus.* t. XC, p. 518 et 593, 1880). On voit, par l'essai de M. Roche, de quel intérêt serait la connaissance de la loi vraie de distribution des planètes et des satellites, pour l'établissement d'une théorie cosmogonique définitive.

Digitized by Google

première fois, j'ai reconnu que la division d'Encke avait changé de place. En même temps, j'ai aussi reconnu que la zone de l'anneau A, située entre cette division et la division cassinienne, était beaucoup plus blanche et plus lumineuse que je ne l'avais jamais vue auparavant. Ces changements devaient être très récents, car les 11 et 12 février, ayant observé Saturne, j'ai noté que la division d'Encke était *parfaitement visible;* et sur le dessin de la planète qui accompagne ces notes, cette division est représentée à sa place habituelle. »

Puis, dans le *Bulletin astronomique,* cet observateur écrit : « Enfin, *le* 18 *novembre* 1883, la division d'Encke, *invisible,* était remplacée par une bande blanchâtre, assez large, irrégulière et d'un aspect cumuliforme, qui occupait environ le tiers de la largeur de l'anneau. »

On voit, d'après ce qui précède, que M. Trouvelot n'est pas très exactement fixé sur la date de la disparition de la division d'Encke.

Nous pourrions de plus ajouter que, pendant une visite que nous fit à l'Observatoire M. Trouvelot, *le* 15 *mars* de cette année, nous lui montrâmes un dessin de Saturne que nous venions de terminer et qui indiquait la non-existence de la division d'Encke et la présence d'un anneau brillant près de la division cassinienne (1); il nous déclara formellement, ainsi qu'à d'autres fonctionnaires de l'Observatoire, que nous étions dans l'erreur et que, pour lui, la division d'Encke existait encore.

En résumé, nous tenons à constater que, les premiers, nous avons reconnu et signalé la non-existence de la séparation d'Encke et la découverte d'un anneau brillant près de la division de Cassini. Nous revendiquons la priorité de cette constatation, dont nous avons entretenu M. Trouvelot qui, d'après la rédaction de sa Note, semblerait l'avoir oublié.

RÉPONSE A LA NOTE PRÉCÉDENTE;

PAR M. TROUVELOT.

Selon MM. Paul et Prosper Henry et A. Boinot, il existerait des divergences inconciliables entre ma Note sur Saturne, publiée dans

(1) Une reproduction d'un dessin semblable a été publiée dans le *Bulletin astronomique* du mois de mars.

Digitized by Google

les *Comptes rendus* du mois d'avril, et celle qui a paru dans le dernier numéro du *Bulletin astronomique,* et ils croient devoir en conclure que « M. Trouvelot n'est pas très exactement fixé sur la date de la disparition de la division d'Encke ».

Si j'ai donné l'observation du 18 novembre 1883 dans ma dernière Note sur Saturne, c'était pour venir à l'appui de ma thèse sur la variabilité des anneaux, et non pour autre chose. Je dirai de plus que cette observation du 18 novembre ne me fit même pas songer à un changement de la division d'Encke, pas plus qu'une observation à peu près semblable faite le 12 janvier suivant ne m'y fit penser. Du reste, le 11 février 1884, je voyais la division d'Encke à sa place habituelle.

C'est seulement le 15 février que je constatai sur l'anneau A les changements que j'ai fait connaître, changements qui sont notés de la manière suivante sur mon journal d'observations : « 15 février 1884, la *pencil line* (1) est plus rapprochée de l'anneau médian qu'elle ne l'est de la bordure extérieure de l'anneau, ceci est certain; tandis que dans mes observations, qui remontent à plusieurs années, elle paraissait au contraire plus proche de la bordure extérieure. L'anneau que cette *pencil line* sépare de la division principale (2) paraît aussi un peu moins foncé que la portion qui lui est extérieure, mais ceci est seulement visible sur les anses, et surtout sur l'anse occidentale ». Le 2 mars, on lit dans le même journal : « La zone comprise entre la *pencil line* et la division principale est moins foncée que la zone extérieure de cet anneau, et elle semble un peu moutonnée et plus blanche. » Enfin, le 5 mars, nous trouvons encore dans le même journal : « La *pencil line* est plus rapprochée de l'anneau médian que du bord extérieur de l'anneau, et la partie comprise entre cette *pencil line* et la division principale est moins foncée que l'autre partie. »

Le 15 mars, j'observai Saturne à l'Observatoire de Paris, en compagnie de MM. Paul et Prosper Henry et Boinot, et, rentré chez moi, je notai dans mon journal d'observations les phénomènes ayant rapport à la division d'Encke, ainsi qu'il suit : « Vue médiocre; entre la division principale et la *pencil line* il y a une bande

(1) Division d'Encke.
(2) Division de Cassini.

Digitized by Google

étroite, lumineuse, que j'ai déjà décrite. Je ne vois pas distinctement la *pencil line,* mais parfois je crois en saisir des traces; mais elle est plus rapprochée de la planète qu'en 1874. MM. Henry disent ne plus la voir, mais qu'il existe une raie noire contre la bordure extérieure de la bande lumineuse que je viens de décrire, et que j'ai déjà décrite dans plusieurs observations de cette année. »

D'après ces observations, il est évident que, dès le 15 février, je constatais que la division d'Encke avait changé de place, ou plutôt qu'elle avait disparu, et qu'une nouvelle division à peu près semblable existait près de la division cassinienne, de laquelle elle était séparée par une étroite bande lumineuse.

Le registre qui contient ces observations renferme 446 observations sur Saturne. Les observations, très lisiblement écrites à l'encre, sans surcharges ni ratures, ont été mises non seulement sous les yeux de MM. l'amiral Mouchez, Tisserand, mais encore sous les yeux de MM. Paul et Prosper Henry.

Dans la soirée du 15 mars, MM. Paul et Prosper Henry m'ont montré le joli dessin qui accompagne leur Note, et je constatai avec plaisir que la division d'Encke n'y était pas représentée. Il est évident que la constatation de la disparition de cette division par MM. Henry était antérieure au 15 mars et qu'elle était aussi indépendante de la mienne que ma constatation du même phénomène l'était de la leur.

Quant à la conversation que nous eûmes alors, elle est presque effacée de ma mémoire, et je ne me rappelle distinctement que la remarque amicale que je fis à propos de la forme de l'ombre du globe sur l'anneau, qui n'était pas correcte. Ai-je dit, comme l'affirment MM. Henry, que la division d'Encke existait encore? Je l'ignore, mais il n'y aurait rien d'impossible à cela ; car, pour moi, il existait toujours une division d'Encke, seulement elle était plus rapprochée de la planète qu'auparavant.

Pour me résumer, il n'existe aucune divergence entre ma Note du 21 avril et celle du 1er novembre. Je suis parfaitement fixé sur la date de ma première constatation de la disparition de la division d'Encke et sur celle de l'apparition de la nouvelle division, ainsi que sur la zone lumineuse qui sépare cette division de celle de Cassini; enfin je n'ai pas oublié que MM. Henry m'ont dit que

Digitized by Google

la division d'Encke avait disparu. Si je n'ai pas parlé de ce fait dans ma Note du 21 avril, c'était uniquement dans la crainte de leur être désagréable.

ÉLÉMENTS ET ÉPHÉMÉRIDE DE LA COMÈTE D'ENCKE [1];

PAR M. O. BACKLUND.

Dates.	Æ app.	(D app.	log r.	log Δ.	T. d'aberr.
		FÉVRIER 1885.			
	h m s	° ′ ″			m s
1...	23.33.19,26	+ 6.33.43,0	9,9348	0,0914	10.14
2...	23.34.50,33	+ 6.39.52,6	9,9259	0,0874	10. 9
3...	23.36.21,97	+ 6.45.56,7	9,9168	0,0832	10. 3
4...	23.37.54,09	+ 6.51.53,5	9,9074	0,0788	9.57
5...	23.39.26,57	+ 6.57.40,9	9,8978	0,0742	9.51
6...	23.40.59,28	+ 7. 3.16,4	9,8879	0,0694	9.44
7...	23.43.32,03	+ 7. 8.37,4	9,8777	0,0643	9.37
8...	23.44. 4,60	+ 7.13.40,9	9,8672	0,0590	9.30
9...	23.45.36,83	+ 7.18.23,3	9,8564	0,0535	9.23
10...	23.47. 8,36	+ 7.22.40,7	9,8453	0,0477	9.16
11...	23.48.38,91	+ 7.26.28,6	9,8339	0,0416	9. 8
12...	23.50. 8,13	+ 7.29.41,8	9,8221	0,0353	9. 0
13...	23.51.35,61	+ 7.32.14,4	9,8100	0,0286	8.52
14...	23.53. 0,84	+ 7.33.59,5	9,7975	0,0216	8.44
15...	23.54.23,23	+ 7.34.49,1	9,7846	0,0143	8.35
16...	23.55.42,10	+ 7.34.34,1	9,7713	0,0067	8.26
17...	23.56.56,63	+ 7.33. 3,9	9,7577	9,9988	8.16
18...	23.58. 5,94	+ 7.30. 6,1	9,7438	9,9905	8. 7
19...	23.59. 8,89	+ 7.25.26,5	9,7295	9,9818	7.57
20...	0. 0. 4,22	+ 7.18.48,6	9,7148	9,9726	7.47
21...	0. 0.50,43	+ 7. 9.55,1	9,6999	9,9631	7.37
22...	0. 1.25,87	+ 6.58.23,1	9,6847	9,9532	7.27
23...	0. 1.48,44	+ 6.43.45,4	9,6693	9,9430	7.16
24...	0. 1.55,93	+ 6.25.33,9	9,6538	9,9324	7. 6
25...	0. 1.45,90	+ 6. 3.18,5	9,6383	9,9213	6.55
26...	0. 1.15,50	+ 5.36.27,4	9,6230	9,9101	6.45
27...	0. 0.21,70	+ 5. 4.28,2	9,6080	9,8986	6.34
28...	23.59. 1,51	+ 4.26.46,9	9,5936	9,8868	6.24
		MARS 1885.			
1...	23.57.11,80	+ 3.42.47,4	9,5800	9,8751	6.13
2...	23.54.49,93	+ 2.51.49,7	9,5676	9,8626	6. 3
3...	23.51.53,91	+ 1.53.35,8	9,5568	9,8526	5.54

[1] Voir *Bulletin*, I, p. 537.

Digitized by Google

Dates.	☊ app.	☉ app.	log r.	log Δ.	T. d'aberr.
		Mars 1885.			
	h m s	° ′ ″			m s
4...	23.48.22,79	+ 0.48.14,0	9,5478	9,8424	5.46
5...	23.44.17,16	— 0.23.56,7	9,5408	9,8332	5.39
6...	23.39.39,37	— 1.42.10,9	9,5363	9,8253	5.33
7...	23.34.33,75	— 3. 5.13,0	9,5345	9,8191	5.28
8...	23.29. 6,79	— 4.31.24,0	9,5353	9,8147	5.25
9...	23.23.26,40	— 5.58.47,7	9,5388	9,8122	5.23
10...	23.17.40,56	— 7.25.23,8	9,5448	9,8118	5.23
11...	23.11.57,98	— 8.49.19,5	9,5531	9,8132	5.24
12...	23. 6.26,09	—10. 9. 0,0	9,5633	9,8163	5.26
13...	23. 1.11,36	—11.23.14,9	9,5752	9,8210	5.30
14...	22.56.18,46	—12.31.20,0	9,5883	9,8270	5.34
15...	22.51.50,43	—13.32.54,5	9,6024	9,8340	5.40
16...	22.47.48,83	—14.27.57,9	9,6172	9,8418	5.46
17...	22.44.13,93	—15.16.45,3	9,6325	9,8499	5.52
18...	22.41. 5,18	—15.59.39,8	9,6479	9,8584	5.59
19...	22.38.21,37	—16.37. 8,9	9,6634	9,8671	6. 7
20...	22.36. 0,82	—17. 9.44,2	9,6788	9,8759	6.14
21...	22.34. 1,66	—17.37.56,6	9,6942	9,8847	6.22
22...	22.32.21,98	—18. 2.16,2	9,7092	9,8933	6.30
23...	22.30.59,88	—18.23.10,0	9,7240	9,9017	6.37
24...	22.29.53,53	—18.41. 3,0	9,7384	9,9099	6.44
25...	22.29. 1,19	—18.56.17,2	9,7525	9,9179	6.52
26...	22.28.21,30	—19. 9.12,9	9,7662	9,9256	7. 0
27...	22.27.58,36	—19.20. 7,3	9,7794	9,9330	7. 7
28...	22.27.33,15	—19.29.15,8	9,7926	9,9401	7.14
29...	22.27.22,51	—19.36.51,7	9,8052	9,9470	7.21
30...	22.27.19,36	—19.43. 6,9	9,8175	9,9536	7.28
31...	22.27.22,79	—19.48.11,6	9,8294	9,9600	7.34
		Avril 1885.			
1...	22.27.31,95	—19.52.14,9	9,8410	9,9661	7.40
2...	22.27.46,12	—19.55.24,6	9,8522	9,9719	7.46
3...	22.28. 4,60	—19.57.47,6	9,8631	9,9774	7.52
4...	22.28.26,83	—19.59.30,1	9,8738	9,9827	7.58
5...	22.28.52,27	—20. 0.37,4	9,8842	9,9878	8. 4
6...	22.29.20,49	—20. 1.14,2	9,8942	9,9926	8. 9
7...	22.29.51,07	—20. 1.24,9	9,9039	9,9973	8.14
8...	22.30.23,62	—20. 1.12,9	9,9133	0,0017	8.20
9...	22.30 57,82	—20. 0.41,7	9,9225	0,0059	8.25
10...	22.31.33,34	—19.59.54,2	9,9314	0,0099	8.29
11...	22.32. 9,92	—19.58.53,0	9,9401	0,0138	8.34
12...	22.32.47,29	—19.57.40,4	9,9487	0,0174	8.38
13...	22.33.25,27	—19.56.18,7	9,9570	0,0209	8.42

Digitized by Google

Dates.	Æ app.	Ⓓ app.	log r.	log Δ.	T. d'aberr.
		Avril 1885.			
	h m s	° ′ ″			m s
14...	22.34. 3,65	—19.54.49,7	9,9651	0,0242	8.46
15...	22.34.42,25	—19.53.15,1	9,9730	0,0273	8.50
16...	22.35.20,90	—19.51.36,4	9,9807	0,0302	8.54
17...	22.35.59,43	—19.49.55,1	9,9982	0,0330	8.58
18...	22.36.37,74	—19.48.12,5	9,9956	0,0357	9. 1
19...	22.37.15,68	—19.46.29,6	0,0028	0,0383	9. 4
20...	22.37.53,14	—19.44.47,5	0,0098	0,0407	9. 7
21...	22.38.30,01	—19.43. 7,2	0,0166	0,0430	9.10
22...	22.39. 6,26	—19.41.29,4	0,0233	0,0451	9.12
23...	22.39.41,77	—19.39.55,0	0,0299	0,0471	9.15
24...	22.40.16,42	—19.38.24,7	0,0363	0,0491	9.17
25...	22.40.50,17	—19.36.59,2	0,0426	0,0509	9.19
26...	22.41.23,02	—19.35.39,0	0,0487	0,0525	9.22
27...	22.41.54,84	—19.34.25,3	0,0548	0,0541	9.24
28...	22.42.25,30	—19.33.17,7	0,0607	0,0555	9.26
29...	22.42.54,74	—19.32.17,8	0,0665	0,0568	9.27
30...	22.43.22,97	—19.31.25,8	0,0722	0,0581	9.29
		Mai 1885.			
1...	22.43.49,91	—19.30.42,3	0,0778	0,0592	9.30
2...	22.44.15,54	—19.30. 7,8	0,0832	0,0602	9.32
3...	22.44.39,79	—19.29.42,5	0,0885	0,0615	9.33
4...	22.45. 2,62	—19.29.26,7	0,0938	0,0621	9.34
5...	22.45.23,99	—19.29.20,1	0,0990	0,0629	9.35
6...	22.45.43,89	—19.29.22,5	0,1041	0,0636	9.36

LA COMÈTE DE 1812 (PONS-BROOKS) DANS L'APPARITION DE 1883-1884 (1);

Par MM. SCHULHOF et BOSSERT.

Comparaison de l'observation avec l'éphéméride.

Dates.	Lieux d'observ.	T. m. de Berlin.	Æ.	dÆ.	Ⓓ.	dⒹ.	*
			Novembre 1883.				
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
24.	Strasbourg.....	7.14.38	18. 7. 1,85	— 0,07	+48.14.57,9	— 0,8	132
24.	Leipzig.....	8.53.56	18. 7.16,73	— 0,22	+48.14. 1,9	— 1,9	135
24.	Alger.....	9.22.10	18. 7.21.04	— 0,18	—48.13.45,2	— 2,9	135
24.	Alger.....	9.52. 7	18. 7.25,78	— 0,01	+48.13.32,9	+ 1,4	135
24.	Prague W.....	12.55.23	18. 7.53,53	— 0,08	+48.12. 8,9	—19,2	135
24.	Prague G.....	13.27.41	18. 7.55,65	— 2,88	— 48.11.41,6	— 9,9	135

(1) Voir *Bulletin* I, p. 24, 137 et 230.

Digitized by Google

Dates.	Lieux d'observ.	T. m. de Berlin.	Æ géoc.	dÆ.	⦶ géoc.	d⦶.	★
			NOVEMBRE 1883.				
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
24.	Cincinnati.....	15.54.49	18. 8.20,94	— 0,02	+48.10. 7,8	— 1,8	135
25.	Milan S.....	6. 4.30	18.10.32,59	+ 0,88	+48. 2. 8,8	— 1,9	134
25.	Kœnigsberg.....	6. 8. 3	18 10.31,90	— 0,36	+48. 2. 7,1	— 1,6	135
25.	Kœnigsberg.....	6.41.47	18.10.37,06	— 0,44	+48. 1.46,6	— 2,8	136
25.	Plonsk.....	6.50.42	18.10.39,20	+ 0,32	+48. 1.41,2	— 3,2	134
25.	Leipzig.....	6.58.36	18.10.40,08	— 0,03	+48. 1.37,6	— 2,3	138
25.	Milan P.....	7.33 .4	18.10.46,70	+ 1,24	+48. 1.19,0	— 1,3	134
25.	Cracovie.....	9.10.22	18.11. 0,25	— 0,33	+48. 0. 8,4	—16,5	136
25.	Glasgow.....	13.47.27	18.11.42,21	— 1,61	+47.57.47,8	+ 1,5	134
26.	Orwell Park....	9.13.57	18.14.48,23	— 0,02	+47.46.36,0	+ 7,7	137
26.	Paris B.....	10.15.31	18.14.58,37	+ 0,27	+47.45.53,1	+ 1,1	139
26.	Paris H.....	10.52.13	18.15. 3,93	— 0,04	+47.45.30,7	+ 0,4	137
26.	Glasgow.....	13.31.41	18.15.29,38	— 0,16	+47.43.55,5	— 0,6	140
26.	Cincinnati.....	13.50.38	18.15.38,02	+ 0,44	+47.43.42,9	— 1,9	139
27.	Lyon.....	6.16. 0	18.18.12,36	+ 0,05	+47.33.53,3	— 1,0	142
27.	Strasbourg.....	6.39.32	18.18.16,12	— 0,06	+47.33.40,2	+ 0,1	141
27.	Greenwich.....	7. 1.35	18.18.20,53	+ 0,75	+47.33.36,2	+ 9,5	142
27.	Strasbourg.....	7. 2.27	18.18.20,34	+ 0,42	+47.33.25,2	— 1,0	141
27.	Paris B.....	7.49.33	18.18.27,93	+ 0,30	+47.32.57,9	+ 0,3	142
27.	Marseille.....	7.59.38	18.18.29,15	— 0,14	+47.32.45,5	— 5,9	142
27.	Paris H.....	8.20.55	18.18.32,88	+ 0,11	+47.32.37,3	— 1,2	137
27.	Paris P.....	8.27.48	18.18.34,00	+ 0,10	+47.32.34,8	+ 0,4	137
27.	Paris B.....	8.29.30	18.18.34,70	+ 0,52	+47.32.33,9	+ 0,6	142
27.	Washington S...	11.48.46	18.19. 6,89	— 0,02	+47.30.29,2	— 2,6	142
27.	Washington F...	12. 2.56	18.19. 8,94	— 0,29	+47.30.26,4	+ 3,2	142
27.	Washington S...	13.14.59	18.19.21,41	+ 0,31	+47.29.33,8	— 5,3	142
27.	Glasgow.....	13.38.10	18.19.24,91	— 0,02	+47.29.25,0	+ 0,1	142
27.	Cincinnati.....	14.55.48	18.19.38,19	+ 0,45	+47.28.37,9	+ 0,6	142
27.	Cincinnati.....	14.59,24	18.19.39,06	+ 0,73	+47.28.35,0	— 0,1	137

(*A suivre.*)

OBSERVATIONS DE PLANÈTES

FAITES A L'OBSERVATOIRE D'ALGER (TÉLESCOPE DE 0m,50);

PAR M. CH. TRÉPIED.

Daphné (41).

Dates. 1884.	T. m. d'Alger	ΔÆ.	Δ⦶.	N. de c.	Æ app.	log. $p\Delta$.	⦶ app.	log. $p'\Delta$.	★
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
MAI 31.	10.23.32	—1.43,97	+ 7.12,7	6 : 6	16. 6.28,11	1,117 n	+ 7. 5.56,2	0,643	18
31.	11. 3. 9	—1.45,01	+ 7.18,2	12 : 12	16. 6.27,97	$\bar{2}$,697 n	+ 7. 6. 1,7	0,640	18
JUIN 1.	9.38. 9	—2.23,32	— 9. 5,4	15 : 15	16. 5.50,95	$\bar{1}$,323 n	+ 7. 8.24,0	0,648	19
2.	9.59.28	+0.11,05	— 4.44,0	18 : 18	16. 5.11,83	$\bar{1}$,206 n	+ 7.10.35,0	0,643	20

Digitized by Google

Dates.	T. m. d'Alger.	ΔÆ.	Δ(☉).	N. de c.	Æ app.	log p Δ.	(☉) app.	log p' Δ	*
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Juin 3.	9.53.14	—0.26,31	— 2.50,0	12 : 15	16. 4.34,47	$\bar{1}$,215 *n*	+ 7.12.29,1	0,643	31
4.	9.57.54	—1. 2,96	— 1.24,0	9 : 9	16. 3.57,83	$\bar{1}$,164 *n*	+ 7.13.55,3	0,642	29
4.	10.59.58	—1. 4,67	— 1.21,3	14 : 14	16. 3.56,12	$\bar{2}$,180 *n*	+ 7.13.58,0	0,637	2
7.	11.51.59	+0.48,43	+ 6.59,7	7 : 7	16. 2.10,09	$\bar{1}$,069	+ 7.15. 5,9	0,640	31
7.	12.29.17	+0.47,42	+ 7. 0,1	15 : 15	16. 2. 9,08	$\bar{1}$,281	+ 7.16. 6,3	0,644	31
8.	10.23.27	+0.17,84	+ 6.53,4	10 : 5	16. 1.39,51	$\bar{2}$,756 *n*	+ 7.15.59,8	0,638	29
9.	10.44.16	—0.14,22	+ 6.24,9	10 : 10	16. 1. 7,45	$\bar{3}$,638 *n*	+ 7.15.31,4	0,637	31
11.	12. 2. 0	—2. 8,47	— 4.54,1	13 : 13	16. 0. 5,57	$\bar{1}$,256	+ 7.13.19,7	0,641	2.
12.	11. 8.54	—0.23,34	+ 6.25,5	9 : 10	16. 0.38,57	$\bar{2}$,860	+ 7.11.42,8	0,639	2

Honoria (236).

Juin 11.	8.55.29	—0.13,63	+ 5.42,6	17 : 16	12.48.18,09	$\bar{1}$,256	— 1.25.46,1	0,735	24
12.	9.14.29	—0. 3,06	+ 4.57,6	20 : 10	12.48.28,65	1,349	— 1.26.31,0	0,735	24
13.	9.30. 7	+0. 8,43	+ 4.12,7	20 : 14	12.48.40,13	$\bar{1}$,411	— 1.27.15,8	0,734	25
14.	9.38.56	+0.21,35	+ 3.11,7	19 : 10	12.48.53,04	$\bar{1}$,446	— 1.28.16,8	0,734	24
15.	9.12. 1	+0.34,58	+ 1.58,6	10 : 10	12.49. 6,26	$\bar{1}$,378	— 1.29.29,8	0,735	24
16.	9.15.59	+0.49,70	+ 0.45,7	19 : 20	12.49.21,37	$\bar{1}$,403	— 1.30.42,6	0,735	24
19.	9.23. 7	+1.40,67	— 3.42,7	11 : 11	12.50.12,31	$\bar{1}$,452	— 1.35.10,8	0,734	24
21.	9.25.33	+2.20,21	— 7.15,0	8 : 8	12.50.51,83	1,476	— 1.35.43,0	0,735	24

Prokné (194).

Juin 13.	11.14.44	—0.14,68	+ 0.22,7	19 : 15	18. 5.13,10	$\bar{2}$,618 *n*	+ 8.24.30,6	0,621	30
14.	11.35.1	—1. 2,97	+ 0.34,8	10 : 20	18. 4.24,83	$\bar{1}$,055 *n*	+ 8.24.42,9	0,624	30
16.	11. 1.34	—2.16,62	— 3.23,4	10 : 10	18. 2.49,18	$\bar{1}$,208 *n*	+ 8.23.57,9	0,627	28
21.	11.30.13	+1.43,75	+ 4.50,7	11 : 9	17.58.38,04	$\bar{2}$,737 *n*	+ 8.15.23,8	0,624	27
26.	9.45.50	—0.25,23	— 3. 0,7	7 : 5	17.54.28,52	$\bar{1}$,333 *n*	+ 7.57. 1,1	0,638	28
27.	9. 1.31	—1.13,63	— 7.48,9	10 : 10	17.53.40,12	$\bar{1}$,456 *n*	+ 7.52.12,9	0,648	28
28.	10.31.28	—1. 3,89	+ 3.24,5	5 : 5	17.52.47,17	$\bar{1}$,029	+ 7.46.46,7	0,629	29

Lachésis (120).

Juin 19.	11.51.46	—0.55,45	— 1.12,1	8 : 13	18.12.25,78	$\bar{2}$,809 *n*	—33.23.52,2	0,919	30
20.	11.41.12	—1.51,71	— 0.58,5	8 : 8	18.11.29,53	$\bar{2}$,898 *n*	—33.23.38,7	0,918	30
28.	12.33.40	—1.59,50	+13.14,4	8 : 8	18. 4. 0,93	$\bar{1}$,168	—33.17.35,4	0,9143	1[1]

Eunike (185).

Juil. 12.	9.54. 3	—0.31,29	— 3. 9,4	10 : 10	18.33.26,26	$\bar{1}$,182 *n*	+ 5. 6.44,8	0,668	32
15.	10.38.26	+1.21,86	— 9. 5,7	10 : 10	18.31. 0,45	$\bar{2}$,517 *n*	+ 4.42. 3,4	0,670	33
16.	9.50. 8	—2.43,97	—11.41,6	10 : 10	18.30.15,29	$\bar{1}$,089	+ 4.33.55,2	0,673	34
17.	9. 9. 2	—0.21,61	+ 3.44,9	10 : 8	18.29.30,85	$\bar{1}$,287	+ 4.25.29,0	0,678	35
21.	10. 3.34	+0.20,00	+ 2.18,6	10 : 10	18.26.32,60	$\bar{2}$,072	+ 3.48.11,9	0,681	36

(1) La position en ascension droite de l'étoile 31 résulte d'une observation faite à Washington à un seul fil.

Digitized by Google

Thétis (17).

Dates. 1884.	T. m. d'Alger. h m s	ΔÆ. m s	ΔⓅ. ′ ″	N. de c.	Æ app. h m s	log p Δ.	Ⓟ app. ° ′ ″	log p′ Δ.	★
Aout 9.	11. 2.52	+5.35,35	— 2.21,7	5:5	22.24. 0,35	$\bar{1}$,406 *n*	—13.48.10,6	0,818	37
15.	9.54.13	+0.18.24	— 0.13,9	10:10	22.19.11,88	$\bar{1}$,511 *n*	-14.34.51,5	0,809	38
16.	11.41.13	+1.18,97	+ 4. 2,2	10:10	22.18.17,72	$\bar{1}$,059 *n*	-14.43.21,4	0,876	39
27.	9.19.21	+0.21,14	+11. 4,6	10:8	22. 8.53,40	$\bar{1}$,463 *n*	--16. 4.57,8	0,828	40

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	Æ 1884,0. h m s	Réd. au j. s	Ⓟ 1884,0. ° ′ ″	Réd. au j. ′	Autorités.
18...	9.0	16. 8. 9,24	+2,84	+ 6.58.42,6	+ 0,9	Lamont, 1978.
19...	8.0	16. 8.11,45	+2,82	+ 7.17.28,3	+ 1,1	W_1 16^h, n° 120.
20...	»	16. 4.57,93	+2,85	+ 7.15.17,9	+ 1,1	Lamont, 1964.
20...	»	»	+2,85	»	+ 1,2	»
20...	»	»	+2,86	»	+ 1,4	»
20...	»	»	+2,86	»	+ 1,4	»
21...	9.5	16. 1.18,80	+2,86	+ 7. 9. 4,6	+ 1,6	Lamont, 1941.
21...	»	»	+2,87	»	+ 1,8	»
21...	»	»	+2,87	»	+ 1,9	»
22...	10.0	16. 2.11,17	+2,87	+ 7.18.11,5	+ 2,3	Lamont, 1945.
23...	9.5	16. 0.59,04	+2,87	+ 7. 5.14,9	+ 2,4	Lamont, 1933.
24...	9.0	12.48.29,51	+2,21	— 1.31.17,9	—10,8	W_1, 12^h, n° 798.
24...	»	»	+2,20	»	—10,7	»
24...	»	»	+2,19	»	—10,6	»
24...	»	»	+2,18	»	—10,6	»
24...	»	»	+2,17	»	—10,5	»
24...	»	»	+2,16	»	—10,4	»
24...	»	»	+2,13	»	—10,2	»
24...	»	»	+2,11	»	—10,1	»
25...	9.0	18. 5.24,79	+2,99	+ 8.23.59,7	+ 8,2	W_1, 18^h, n° 65.
25...	»	»	+3,01	»	+ 8,4	»
26...	8.0	18. 5. 2,77	+3,03	+ 8.27.12,6	+ 8,7	W_1, 18^h, n° 54.
27...	8.0	17.56.51,21	+3,08	+ 8.10.23,7	+ 9,4	Lamont, 2868.
28...	9.0	17.54.50,63	+3,12	+ 7.59.51,6	+10,2	W_1, 17^h, n° 1119.
28...	»	»	+3,12	»	+10,2	»
29...	9.0	17.53.47,93	+3,13	+ 7.43.11,8	+10,4	W_1, 17^h, n° 1086.
30...	7.0	18.13.17,31	+3,92	—33.22.50,8	+10,7	(1).
30...	»	»	+3,93	»	+10,6	(1).
31...	9.0	18. 5.56,39	+4,04	—33.30.59,2	+ 9,4	(2).
32...	7.0	18.33.54,27	+3,28	+ 5. 9.39,9	+14,3	W_1, 18^h, n° 796.

(1) Wash., 1846, Z. 36, n° 10.

(2) Wash., 1846, Z. 36, n° 5.

Digitized by Google

★	Gr.	Æ 1884,0.	Réd. au j.	(D) 1884,0.	Réd. au j.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
33...	9.0	18.29.35,30	+3,29	+ 4.50.54,6	+14,5	W_1, 18h, n° 670.
34...	7.0	18.32.55,97	+3,29	+ 4.45.22,0	+14,8	W_1, 18h, n° 769.
35...	9.0	18.29.49,17	+3,29	+ 4.21.29,1	+15,0	W_1, 18h, n° 677.
36...	9.0	18.26. 9,31	+3,29	+ 3.45.38,2	+15,1	W_1, 18h, n° 588.
37...	8.0	22.18.21,54	+3,46	−13.46.13,3	+24,4	Lalande, 43710.
38...	9.5	22.18.50,08	+3,56	−14.35. 2,3	+24,7	Lamont, 3899.
39...	9.0	22.16.55,16	+3,59	−14.47.48,4	+24,8	Lamont, 3890.
40...	8.5	22. 8.28,58	+3,68	−16.16.26,3	+23,9	Bonn, t. II.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

S. NEWCOMB. — Development of the perturbative function (*Astronomical Papers prepared for the use of the* American Ephemeris *and* Nautical Almanac, t. III, n° 1). 200 pages in-4°; 1884.

O. BACKLUND. — Zur Entwickelung der Störungsfunction (*Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*, 7e série, t. XXXII, n° 4). 33 p. in-4°; 1884 (1).

Dans le travail considérable de M. Newcomb, directeur du *Nautical Almanac* américain, qui s'occupe depuis longtemps de recherches relatives aux perturbations, les astronomes trouveront, avec une théorie qui se recommande des noms de Le Verrier et de Hansen, tous les préceptes et toutes les Tables désirables pour l'exécution des calculs. M. Newcomb estime que le développement de la fonction perturbatrice et de ses dérivées partielles, prises par rapport aux coordonnées, et non plus seulement par rapport aux éléments elliptiques, suivant les sinus et cosinus des anomalies excentriques des deux planètes, répond à la généralité des besoins : on adopte ainsi essentiellement la forme analytique de Laplace et de Le Verrier, en tenant compte des travaux de Hansen, et M. Newcomb rappelle que la difficulté de l'ancienne méthode provient en partie de ce que la différence entre l'anomalie vraie et l'anomalie moyenne a le double de l'excentricité pour coefficient, ce qui conduit à de grands facteurs pour l'excentricité; en employant l'anomalie excentrique, la différence est moitié moindre et la convergence doit être plus rapide. D'un autre côté, sans proscrire de parti pris les procédés purement numériques, tels que l'interpolation, dont Le Verrier a fait souvent

(1) Voir *Bulletin*, t. I, p. 550.

Digitized by Google

usage aussi bien que Hansen, il est certain que les expressions des dérivées partielles, de Hansen, où figurent les puissances des inverses de la distance mutuelle, offrent l'inconvénient que présenterait le calcul d'une fraction dont les deux termes seraient très petits; mais il est juste aussi d'observer que, dans les cas où le rapport α est inférieur à $\frac{1}{2}$, Hansen a recommandé le développement analytique de la fonction perturbatrice et de ses dérivées partielles, et le procédé mixte de développement, dans lequel on se sert des quadratures mécaniques, est employé par lui quand le premier deviendrait trop pénible (¹).

Le Mémoire de M. Newcomb est partagé en cinq Chapitres. Le premier contient l'exposition de la méthode. Soient

r et r' les rayons vecteurs;
V l'angle compris entre eux;
ν et ν' les distances angulaires des planètes à la commune intersection des orbites;
γ l'inclinaison mutuelle;
$\sigma = \sin\frac{1}{2}\gamma$;

on a

$$R = (r^2 - 2rr'\cos V + r'^2)^{-\frac{1}{2}} - \frac{r}{r'^2}\cos V$$

et

$$\cos V = \cos\nu\cos\nu' + \sin\nu\sin\nu'\cos\gamma.$$

Soient en outre

$$\rho = \log r, \quad \rho' = \log r',$$
$$\varkappa = \log a; \quad \varkappa' = \log a';$$

η et η' les anomalies excentriques, e et e' les excentricités; on aura des expressions telles que

$$\rho = \varkappa + \log(1 - e\cos\eta) = \varkappa + \varphi(e, \eta)$$
$$\rho' = \varkappa' + \log(1 - e'\cos\eta') = \varkappa' + \varphi(e', \eta')$$
$$\nu = \zeta + \frac{2e}{1 + \sqrt{1 - e^2}}\sin\eta + \ldots = \zeta + \psi(e, \eta)$$
$$\nu' = \zeta' + \frac{2e'}{1 + \sqrt{1 - e'^2}}\sin\eta' + \ldots = \zeta' + \psi(e', \eta').$$

M. Newcomb substitue les valeurs de ρ, ρ', ν et ν' dans R, qui devient fonction de $\varkappa$, $\varkappa'$, ζ, ζ', e, e', η, η' et σ^2. Il est clair que la fonction perturbatrice R est ainsi développée suivant les sinus et cosinus des anomalies excentriques (il suffit de remplacer ζ et ζ' par $\omega + \eta$ et $\omega' + \eta'$):

(¹) *Auseinandersetzung einer zweckmässigen Methode*... t. I, § 51.

les dérivées partielles par rapport à r (ou ρ) et à ν s'obtiennent immédiatement en observant que

$$\frac{\partial^{m+m'+n+n'} R}{\partial \nu^m \partial \nu'^{m'} \partial \rho^n \partial \rho'^{n'}} = \frac{\partial^{m+m'+n+n'} R}{\partial \zeta^m \partial \zeta'^{m'} \partial x^n \partial x'^{n'}},$$

et la dérivée partielle par rapport à σ s'obtient aussi immédiatement. Il s'agit maintenant de passer du développement de la fonction R suivant ζ et ζ', les excentricités étant supposées nulles, au cas général, c'est-à-dire de développer suivant les excentricités ou suivant les puissances de ε et ε', en posant avec M. Newcomb

$$e = \frac{2\varepsilon}{1+\varepsilon^2}, \quad e' = \frac{2\varepsilon'}{1+\varepsilon'^2},$$

ce qui permet d'écrire ainsi les expressions de $\rho = \log r$ et de ν :

$$\rho = x - 2\varepsilon\cos\eta + \varepsilon^2(-1-\cos 2\eta) + \varepsilon^3\left(-\tfrac{2}{3}\cos 3\eta\right) + \varepsilon^4\left(\tfrac{1}{2} - \tfrac{1}{2}\cos 4\eta\right) + \ldots,$$

$$\nu = \zeta + 2\varepsilon\sin\eta + \varepsilon^2\sin 2\eta + \tfrac{2}{3}\varepsilon^3\sin 3\eta + \tfrac{1}{2}\varepsilon^4\sin 4\eta + \ldots.$$

Avant d'aller plus loin, quelques remarques se présentent : en premier lieu, il n'y a de différence pour le fond avec la méthode usuelle que la substitution des expressions ci-dessus de ρ et ν exprimés avec l'anomalie excentrique au lieu de l'anomalie moyenne; il est clair ensuite que le mode de développement dû à M. Tisserand peut parfaitement être utilisé ici, de sorte que la grandeur de l'inclinaison mutuelle ne sera pas un obstacle à l'application de la méthode de M. Newcomb.

Il reste à effectuer le développement de R suivant les puissances de ε et ε'. M. Newcomb donne pour cet objet une formule symbolique en partant de

$$\frac{\partial R}{\partial \varepsilon} = \frac{\partial R}{\partial \nu}\frac{\partial \nu}{\partial \varepsilon} + \frac{\partial R}{\partial \rho}\frac{\partial \rho}{\partial \varepsilon},$$

et calculant de proche en proche les coefficients du développement

$$R = R_0 + \left(\frac{dR_0}{d\varepsilon}\right)_0 \frac{\varepsilon}{1} + \left(\frac{d^2R_0}{d\varepsilon^2}\right)_0 \frac{\varepsilon^2}{1.2} + \ldots.$$

On peut arriver plus rapidement au résultat en prenant un terme tel que

$$r^p e^{\sqrt{-1}q\nu} = e^{p\rho} e^{\sqrt{-1}q\nu},$$

et développant directement suivant les puissances de ε; on a

$$\rho = x + \log(1 - 2\varepsilon\cos\eta + \varepsilon^2) - \log(1+\varepsilon^2),$$

$$\nu = \zeta + \frac{1}{\sqrt{-1}}\log\left(\frac{1-\varepsilon e^{-\sqrt{-1}\eta}}{1-\varepsilon e^{\sqrt{-1}\eta}}\right);$$

par suite

$$e^{p\rho} e^{\sqrt{-1}q\nu} = \frac{(1-\varepsilon e^{\sqrt{-1}\eta})^{p-q}(1-\varepsilon e^{-\sqrt{-1}\eta})^{p+q}}{(1+\varepsilon^2)^p} e^{px} e^{\sqrt{-1}q\zeta}.$$

Digitized by Google

Le coefficient de ε^n, par exemple, dans le développement, aura cette forme

$$R^{(n)} = \Pi_n^n e^{p\varkappa} e^{\sqrt{-1}\, q(\zeta + n\eta)} + \Pi_{n-2}^n e^{p\varkappa} e^{\sqrt{-1}\, q[\zeta + (n-2)\eta]} + \ldots$$
$$+ \Pi_{-n}^n e^{p\varkappa} e^{\sqrt{-1}\, q(\zeta - n\eta)},$$

les coefficients Π étant des fonctions entières de p et q. En n'ayant égard qu'aux quantités réelles et considérant une puissance de p comme indiquant la dérivée d'ordre correspondant par rapport à α, on trouvera la formule symbolique de M. Newcomb. On serait évidemment conduit, en ce qui concerne l'autre planète, à des résultats analogues. Maintenant, on sait que les coefficients des termes de R_0

$$R_0 = \Sigma \mathcal{A}_0 \cos N, \quad N = q\zeta + q'\zeta'$$

donnent toujours la relation symbolique

$$\frac{\partial}{\partial \varkappa} + \frac{\partial}{\partial \varkappa'} = -1,$$

et les multiples q et q' dépendent simplement l'un de l'autre dans les différentes séries de termes. Il résulte de là que le coefficient d'un terme quelconque d'argument $N + j\eta + j'\eta'$ par exemple, dans l'ensemble des termes multipliés par $\varepsilon^n \varepsilon'^{n'}$, pourra être représenté par une expression symbolique indiquant une suite de dérivées par rapport à α, les coefficients dépendant *seulement* du multiple variable q, et, dans le développement de la fonction perturbatrice (Chap. V), les coefficients des cosinus se composeront d'une série de termes semblables.

Dans le Chapitre II, on donne les méthodes de calcul des coefficients $b_n^{(i)}$ du développement bien connu

$$(1 - 2\alpha\cos\theta + \alpha^2)^{-\frac{n}{2}} = \frac{1}{2}\sum_{i=-\infty}^{i=+\infty} b_n^{(i)} \cos i\theta$$

et des dérivées successives de ces mêmes coefficients par rapport à $\log\alpha$ (on en aura besoin pour les dérivées partielles de la fonction perturbatrice). Toutes les quantités qu'il s'agit d'obtenir rentrent dans la classe de la série hypergéométrique de Gauss, et M. Newcomb fait usage du procédé de Hansen consistant à calculer les rapports des transcendantes successives, mis sous la forme de fractions continues, au moyen des Tables d'addition et de soustraction.

Le Chapitre III a pour objet la formation des dérivées de la fonction perturbatrice et le groupement des différents termes. Les dérivées par rapport à ν et ν' (ou par rapport à ζ et ζ') s'obtiennent immédiatement; les dérivées par rapport à $\varkappa = \log a$ et $\varkappa' = \log a'$ sont ramenées à des

Digitized by Google

dérivées par rapport à α, car on a

$$\mathcal{A} = \frac{A}{a'} \left(A \text{ fonction homogène de } \frac{a}{a'} = \alpha\right),$$

$$D_\chi A + D_\chi' A = 0,$$

$$D_\chi A = \alpha D_\alpha A,$$

$$D_\chi' A = -\alpha D_\alpha A,$$

$$D_\chi \mathcal{A} = \frac{1}{a'} D_\chi A,$$

$$D_\chi' \mathcal{A} = -\frac{1}{a'} (A + \alpha D_\alpha A),$$

. . . . . .

Enfin les équations différentielles qui définissent le plan de l'orbite peuvent être formées aisément.

Le Chapitre suivant, qui précède les Tableaux des expressions symboliques, donne toutes les indications désirables sur la conduite et l'exécution des calculs. Parmi toutes les remarques qui seront de la plus grande utilité au calculateur, on a noté une méthode fort simple pour le calcul de $b_1^{(0)}$:

$$b_1^{(0)} = \frac{N}{\cos \frac{1}{2}\theta \sqrt[4]{\cos \theta}} \quad (\sin \theta = \alpha);$$

le logarithme de N se tire avec la plus grande facilité d'une Table de dix lignes allant jusqu'à $\alpha = 0,75$. A la fin du Chapitre, on indique comment on passe des anomalies excentriques aux anomalies moyennes avec les transcendantes de Bessel, et, dans le cas où l'une des orbites a une excentricité un peu forte, on donne encore les indications nécessaires pour exécuter numériquement le développement. Viennent enfin les Tableaux des formules symboliques, qui tiennent plus de cent pages.

M. Newcomb n'a pas jugé nécessaire de présenter une application numérique après tous les détails pratiques dans lesquels il est entré; mais il est bon de reproduire son opinion, d'après laquelle la méthode s'applique sans doute à la généralité des cas, en termes plus précis, lorsque le développement poussé jusqu'aux termes du sixième ordre en ε, ε' et $\sin \frac{1}{2}\gamma$ jouit d'une précision suffisante. D'autre part, dans l'Introduction, M. Newcomb estime que, pour des excentricités assez sensibles, le calcul des coefficients dans sa méthode demanderait plus de travail que n'en exigerait la méthode de Hansen-Cauchy : les applications pourront renseigner sur ce point.

L'étude approfondie des coefficients symboliques du développement général de la fonction perturbatrice suivant les anomalies excentriques, ou même suivant l'anomalie excentrique de la planète troublée et l'anomalie moyenne de la planète troublante, conduira peut-être à quelques simplifications.

Dans le cours de ses recherches sur le mouvement de la comète

Digitized by Google

d'Encke, M. Backlund a été conduit à des résultats élégants qui peuvent être mis à profit pour le développement de la fonction perturbatrice. L'objet du présent Mémoire est de montrer comment on obtient la solution du problème traité par M. Tisserand, ainsi que les résultats de Hansen, en partant de la méthode donnée dans une Note précédente *Sur le développement des puissances négatives et impaires du radical* $\sqrt{1-2\eta U+\eta^2}$ (*Mélanges mathématiques et astronomiques*, t. V). En adoptant les notations habituelles, on a, pour le carré de la distance mutuelle des deux planètes,

$$\Delta^2 = r^2 - 2rr'U + r'^2,$$

U étant le cosinus de leur distance angulaire; puis, en faisant $\frac{r}{r'} = \theta, (r' > r)$,

$$\left(\frac{r'}{\Delta}\right)^s = (1 - 2\theta U + \theta^2)^{-\frac{s}{2}}.$$

On développe suivant les puissances de θ et l'on prend un nombre suffisant de termes, $p+1$ par exemple, en écrivant

$$\left(\frac{r'}{\Delta}\right)^s = P_0^{(s)} + P_1^{(s)}\theta + P_2^{(s)}\theta^2 + \ldots + P_p^{(s)}\theta^p,$$

les P étant des polynômes entiers en U qui portent en général le nom de *fonctions sphériques* (quand $s=1$, on a les polynômes de Legendre); la suite précédente étant ordonnée suivant les puissances de U, on aura l'expression qui sert de point de départ aux recherches de M. Backlund

$$\left(\frac{r'}{\Delta}\right)^s = E_0^{(s)} + \frac{2}{1}E_1^{(s)}U + \frac{2^2}{1.2}E_2^{(s)}U^2 + \frac{2^3}{1.2.3}E_3^{(s)}U^3 + \ldots.$$

Les quantités E introduites ici sont des polynômes entiers en θ qui jouissent de propriétés très simples et utiles pour le calcul numérique :

$p-n$ pair.

$$E_n^{(s)} = \frac{\theta^n}{\Pi\left(\frac{s}{2}-1\right)} \sum_{r=0}^{r=\frac{1}{2}(p-n)} (-1)^r \frac{\Pi\left(\frac{s}{2}+n+r-1\right)}{\Pi(r)}\theta^{2r},$$

$$E_{n+1}^{(s)} = \frac{s}{2}\theta E_n^{(s+2)} - (-1)^{\frac{1}{2}(p-n)} \frac{\Pi\left(\frac{s}{2}+\frac{p+n}{2}\right)}{\Pi\left(\frac{s}{2}-1\right)\Pi\left(\frac{p-n}{2}\right)}\theta^{p+1},$$

$p-n$ impair.

$$E_n^{(s)} = \frac{\theta^n}{\Pi\left(\frac{s}{2}-1\right)} \sum_{r=0}^{r=\frac{1}{2}(p-n-1)} (-1)^r \frac{\Pi\left(\frac{s}{2}+n+r-1\right)}{\Pi(r)}\theta^{2r},$$

$$E_{n+1}^{(s)} = \frac{s}{2}\theta E_n^{(s+2)};$$

Digitized by Google

Π a la signification que lui donne Gauss; on a, par exemple,

$$\Pi(a+k) = a(a+1)\ldots(a+k)\Pi(a-1).$$

Au moyen de la dernière des quatre formules citées, on pourra passer des coefficients $E_{n+1}^{(s)}$ aux coefficients $E_n^{(s+2)}$. Pour faciliter encore les calculs, M. Backlund donne, à la fin de son Mémoire, les nombres nécessaires au calcul des $E_n^{(1)}$ et $E_n^{(3)}$ jusqu'à $n = 16$. On peut encore citer deux autres relations où interviennent les dérivées des coefficients par rapport à $\eta = \sqrt{\theta}$:

$p - n$ pair.

$$E_{n+1}^{(s)} = -\theta \frac{dE_n^{(s)}}{d\eta},$$

$p - n$ impair.

$$E_{n+1}^{(s)} = -\theta \frac{dE_n^{(s)}}{d\eta} + (-1)^{\frac{1}{2}(p-n-1)} \frac{\Pi\left(\frac{s}{2} + \frac{p+n-1}{2}\right)}{\Pi\left(\frac{s}{2}-1\right)\Pi\left(\frac{p-n}{2}\right)} \theta^{n+1}\eta^{\frac{p-n}{2}};$$

il est clair que les dérivées des coefficients E se présenteront dans les mêmes circonstances que celles des coefficients b de Laplace.

Dans le paragraphe suivant, M. Backlund résout le problème traité par M. Tisserand, c'est-à-dire qu'il détermine les coefficients $P_{i,j}^{(s)}$ du développement

$$\left(\frac{r'}{\Delta}\right)^s = 4\sum_0^\infty \sum_0^\infty P_{i,j}^{(s)} \cos ix \cos jy,$$

en faisant

$$U = \mu \cos x + \nu \cos y \quad (\mu + \nu = 1).$$

Le procédé consiste à trouver le développement de

$$\frac{2^n U^n}{1.2\ldots n} = 4\sum\sum \beta_{i,j}^n \cos ix \cos jy,$$

et à le substituer dans l'expression fondamentale de $\left(\frac{r'}{\Delta}\right)^s$ au moyen des coefficients E, ce qui donne

$$P_{i,j}^{(s)} = \Sigma E_{i+j+2r}^{(s)} \beta_{i,j}^{(i+j+2r)};$$

le signe Σ est relatif à l'indice r qui passe de o au plus grand entier contenu dans $\frac{1}{2}(p-i-j)$.

On a déjà parlé du calcul des quantités $E_n^{(s)}$. Les coefficients $\beta_{i,j}^{(n)}$ s'obtiennent de proche en proche par des relations récurrentes très simples, ou indépendamment par la formule

$$\beta_{i,j}^{(n)} = \frac{\mu^{i+2f}\nu^j}{\Pi(i+f)\Pi(j)\Pi(f)} F\left[-f, -(f+i), j+i, \frac{\nu^2}{\mu^2}\right] \quad (2f = n-i-j)$$

Digitized by Google

En transformant l'expression de $P_{i,j}^{(s)}$, M. Backlund arrive au résultat suivant

$$P_{i,j}^{(s)} = \frac{\mu^i \nu^j}{\Pi(i)\Pi(j)} \mathfrak{E}_{i+j}^{(s)},$$

où le dernier facteur représente ce que devient $E_{i+j}^{(s)}$ quand on multiplie chaque puissance θ^{i+j+2r} par un polynôme entier en ν, $\eta_{i,j}^{(r)}$

$$\eta_{i,j}^{(k)} = F\left(-k, \frac{s}{2} + n + k, 1, \alpha\right),$$

les puissances α, α^2, α^3, ... devant être remplacées par les termes successifs $\alpha_{i,j}^{(1)}$, $\alpha_{i,j}^{(2)}$, $\alpha_{i,j}^{(3)}$, ...,

$$\alpha_{i,j}^{(f)} = \mu^{2f} \frac{\Pi(f)\Pi(i)}{\Pi(f+i)} F\left[-f, -(f+i), j+1, \frac{\nu^2}{\mu^2}\right].$$

Un Tableau numérique contenant les logarithmes des coefficients des polynômes $\eta_{i,j}^{(r)}$, pour $s = 1$ et pour différentes valeurs des indices r, i et j, dispense des développements analytiques. On peut les obtenir en se reportant à l'une des premières équations

$$\left(\frac{r'}{\Delta}\right)^s = P_0^{(s)} + P_1^{(s)}\theta + P_2^{(s)}\theta^2 + \ldots + P_p^{(s)}\theta^p,$$

et à un résultat obtenu d'abord par Hansen, d'après lequel le coefficient de $\cos ix \cos jy$ dans le développement de $P_n^{(1)}(\mu \cos x + \nu \cos y)$ est, à un facteur constant près,

$$\mu^i \nu^j F(-2f, \quad 2n - 2f + 1, \quad 2j + 1, \nu), \quad 2f = n - i - j.$$

Les expressions des coefficients $\eta_{i,j}^{(k)}$ sont assez simples, et l'on peut trouver avantage à les employer pour le calcul des perturbations du nœud et de l'inclinaison; la multiplication des séries trigonométriques (HANSEN, *Auseinandersetzung*, IIe Partie, art. 16) est évitée, et il y a plus de symétrie dans les formules. Le tableau des valeurs des $\eta_{i,j}^{(k)}$ donné par M. Backlund sera utilisé pour le même objet.

M. Backlund parle ensuite du développement suivant les anomalies moyennes des deux planètes, adopté par Le Verrier, puis de la forme choisie par Hansen, qui prend pour arguments l'anomalie excentrique de la planète troublée et l'anomalie moyenne de la planète troublante [1]. Dans le premier cas, les dérivées des coefficients E se présentent, mais on n'a pas besoin ici, comme dans le développement usuel, de considérer plusieurs séries de coefficients répondant aux valeurs successives de s.

Dans l'autre cas, M. Backlund adopte essentiellement la marche suivie

---

[1] *Auseinandersetzung einer zweckmässigen Methode*, IIe Partie.

Digitized by Google

par Hansen, et il donne aux formules plus de clarté et de simplicité en introduisant des expressions déduites des coefficients E et analogues à celles qui figurent dans l'expression de $P_{i,j}^{(s)}$; le manque d'espace nous empêche de reproduire les formules de Backlund relatives aux développements de la fonction perturbatrice et des dérivées partielles; on les trouvera sans doute parfaitement appropriées au calcul numérique. M. Backlund ajoute encore quelques mots sur le développement des puissances négatives de Δ quand on emploie les quadratures mécaniques; il estime que dans ce cas, traité par Hansen dans la première Partie de l'Ouvrage déjà cité, on peut avoir encore avantage à employer les coefficients $P_{i,j}^{(s)}$. Rappelons à ce sujet que les quadratures mécaniques sont employées par Hansen quand le rapport $\frac{a}{a'}$ est plus grand que $\frac{1}{2}$, le développement analytique étant préféré quand ce rapport est sensiblement inférieur; la méthode de M. Backlund suppose aussi que $\frac{a}{a'}$ soit assez petit.

Le travail de M. Backlund se termine par une application numérique, le calcul des perturbations de la comète d'Encke par Saturne; le rapport $\frac{a}{a'}$ est inférieur à $\frac{1}{4}$, ce qui donne une convergence rapide.

En finissant cette analyse, nous devons faire une mention spéciale d'un travail récent de M. Radau, travail lié intimement aux recherches précédentes (*Bulletin*, t. I, p. 449). Dans ce Mémoire court et condensé, nous croyons qu'on pourrait trouver les éléments de nouvelles recherches.

On pourra consulter aussi une Note de M. Appell sur le même sujet (*Comptes rendus*, t. XCXVII, p. 1036).

O. Callandreau.

COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, Nos 18-22.

Lœwy. — Sur le fonctionnement de l'équatorial coudé.

M. Lœwy rend compte des résultats obtenus avec l'équatorial coudé, installé depuis deux ans à l'Observatoire; il examine l'instrument à plusieurs points de vue :

Stabilité. — Elle est très grande, et est une des causes de la précision des mesures.

Pouvoir dédoublant. — On a atteint la limite indiquée par Foucault pour le pouvoir séparateur de l'objectif ($0^m,27$) de l'équatorial coudé.

Quantité de lumière transmise au foyer. — On a pu observer la planète (244), dont la grandeur est 13,5; la perte de lumière provenant de l'adjonction des deux miroirs n'est que de 0,12, conformément à la théorie.

Digitized by Google

Frais d'installation. — Ils sont beaucoup diminués par le nouvel instrument qui n'exige pas de coupole.

M. Lœwy cite les opinions d'astronomes français et étrangers, notamment de MM. Gill et Lockyer, qui ont été très satisfaits des observations qu'ils ont faites avec l'équatorial coudé.

Bouquet de la Grye. — Première étude sur la parallaxe du Soleil.

M. Bouquet de la Grye donne des détails intéressants sur les mesures, faites par lui et par M. Arago, de cinquante plaques photographiques obtenues au Mexique, pendant le dernier passage de Vénus. Un premier calcul, fait d'après les seules épreuves de Puebla, donne pour la parallaxe solaire un résultat satisfaisant, de nature à montrer qu'en employant toutes les épreuves on obtiendra une précision suffisante. M. Bouquet de la Grye indique ensuite les parallaxes qu'il a déduites des observations des deuxième et troisième contacts, pour les missions françaises; la moyenne 8",76 ne pourra être considérée comme définitive que quand on aura tenu compte de toutes les observations.

Lœwy et *Périgaud.* — Observations de la planète (244).

Gonessiat et *Courty.* — Observations de la comète Wolf. — Éléments par M. Gonessiat.

P. *Lamey.* — Sur les sinuosités et les variations de courbure de la limite d'ombre, pendant les éclipses de Lune.

L'auteur conclut des observations qu'il a faites, à l'occasion de trois éclipses, que ces sinuosités et variations proviennent plutôt des irrégularités de la surface de la Lune que de celles de la Terre.

M. *Janssen*, dans la séance du 17 novembre, donne quelques détails sur la conférence de Washington, à laquelle il vient d'assister; sur sa proposition, la conférence a décidé en principe l'application du système décimal à la mesure des angles et à celle du temps.

M. Fouché. — Sur la condensation de la nébuleuse solaire, dans l'hypothèse de Laplace.

M. Trowbridge avait appelé déjà l'attention sur la condensation que devait posséder vers le centre la nébuleuse solaire primitive; M. Fouché arrive à cette conclusion que « non seulement la condensation centrale n'a pas fait de progrès depuis la formation de la première planète, mais

Digitized by Google

qu'au contraire la distribution des densités y est devenue de plus en plus uniforme ».

O. Callandreau et *P. Puiseux*. — Observations méridiennes de petites planètes et de la comète Wolf, pendant le troisième trimestre de 1884.

Perrotin. — Observations de la comète Barnard.

Perrotin. — Sur un tremblement de terre ressenti à Nice, le 27 novembre.

M. Perrotin, observant Saturne, a vu la planète éprouver des oscillations très sensibles qui ont duré quinze secondes environ; l'un des enregistreurs magnétiques de l'observatoire montre, au même moment, des oscillations produites évidemment par les trépidations du sol.

T.

THE SIDEREAL MESSENGER;

Tome III; numéros d'octobre et de novembre 1884.

Steinheil (*A.*). — Indications sur les objectifs formés de deux lentilles, et sur les moyens d'en reconnaître les défauts.

Traduction d'un article des *Astr. Nachr.* (Voir *Bulletin*, t. I, p. 462).

Hooper. — Particularités présentées en ce moment par l'atmosphère.

L'auteur rapproche ses propres observations des nombreux faits déjà publiés. Il est certain que les observations pendant le jour semblent gênées par des impuretés de l'atmosphère; le ciel a perdu de sa teinte bleue; le Soleil est entouré d'un halo de lumière blanche dont le rayon n'a pas moins de 20°. Il doit y avoir quelque substance dans l'air qui diffuse considérablement les rayons du Soleil. Circonstance singulière et qui aurait besoin d'être confirmée, l'auteur trouve que les détails de la surface solaire sont cependant mieux définis que l'année dernière. MM. Thollon et Perrotin ont parfaitement constaté l'existence du halo à Nice.

Organisation du service à l'Observatoire naval des États-Unis.

Grand équatorial : on continue à observer une série d'étoiles doubles choisies parmi celles qui ont un mouvement orbital rapide ou qui pré-

Digitized by Google

sentent quelque autre particularité intéressante; pendant la prochaine opposition de Saturne, on doit observer les conjonctions des satellites intérieurs de Saturne, et faire une détermination micrométrique complète des anneaux, ainsi que quelques dessins de Saturne; les observations entreprises pour la parallaxe des étoiles doivent enfin être achevées.

Aux deux instruments méridiens (cercle méridien et instrument des passages), on observe la Lune sans interruption, les grosses planètes quinze ou vingt fois près de l'opposition, les petites planètes au moins cinq fois et toujours près de l'opposition (il y a cependant intérêt à suivre les planètes le plus loin possible de l'opposition), enfin des étoiles de comparaison ou d'autres objets.

On notera que les corrections des éphémérides des petites planètes sont fournies aux instruments méridiens par l'observateur chargé de l'équatorial de $9^p,6$, qui a encore dans ses attributions les comètes, les petites planètes et les occultations. Prochainement, on doit photographier le Soleil et faire l'étude spectroscopique de quelques taches.

Les observateurs à la lunette méridienne et au cercle mural se prêtent naturellement secours.

A l'instrument du premier vertical, on paraît avoir terminé les observations entreprises en 1882 (voir *Bulletin*, t. I, p. 209). On rappelle que α Lyre était l'objet d'une attention spéciale (voir *Bulletin*, t. I, p. 199); les calculs de réduction sont maintenant poursuivis, et les résultats peuvent avoir beaucoup d'intérêt pour la question des parallaxes négatives et même pour l'aberration.

Bœrner. — Météores observés en août.

Tatlock (*Jr.*). — Comparaison des positions de quelques étoiles de latitude du *Coast Survey* avec les positions données par *Safford, Boss et Auwers*.

On compare aussi les mouvements propres admis.

Conférence de Washington pour le premier méridien.

On connaît les décisions prises par la conférence : le premier méridien est celui de Greenwich, l'unité de temps est le jour solaire moyen, et on le fait commencer à minuit moyen de Greenwich. Pour compter les longitudes il y a eu partage : les uns voulant compter naturellement les longitudes de 0° à 360°, les autres préférant compter dans les deux sens, à l'est et à l'ouest, de 0° à 180°.

Il n'était pas dans les attributions de la conférence de se prononcer sur

Digitized by Google

l'adoption du système métrique; mais le délégué anglais a annoncé que la Grande-Bretagne allait faire partie de la Convention, et aucune autre opposition ne sera soulevée.

Tatlock (*Jr.*). — Notes relatives aux cercles méridiens.

Ces notes, fort intéressantes à consulter pour les observateurs, renferment l'indication succincte de nombreuses déterminations de la flexion des lunettes, des erreurs probables commises en pointant une division du limbe gradué avec les microscopes, enfin des erreurs probables d'une observation en ascension droite et en déclinaison. L'auteur a extrait les nombres qu'il communique des Annales des Observatoires et de nombreuses publications. Il semble que la comparaison détaillée de tous les résultats donnés peut fournir quelques renseignements sur la valeur des instruments et des procédés d'observation.

Notes de l'Éditeur.

Occultations d'étoiles observées à San Francisco; la non-instantanéité du phénomène donne lieu de croire que les étoiles suivantes peuvent être doubles, comme dans le cas de β Capricorne : Arg. +18°; 1178; +18°; 1179; +17°; 1214.

Dans la soirée du 30 juillet, en plusieurs endroits (Philadelphie, Rochester, Northfield), on a remarqué un singulier nuage rappelant une aurore boréale. Le nuage étroit, d'un blanc pâle, traversa le ciel de l'ouest à l'est et resta visible pendant quarante-cinq minutes.

Observation d'un brillant météore (un Perséide), le 19 août, par M. Merriman.

Le 16 septembre, le professeur Veywood, en observant la Lune avant le jour, a constaté que la partie non éclairée du disque avait un éclat extraordinaire; la lumière cendrée n'aurait pu produire un tel effet.

Nouvelle nébuleuse découverte par M. Barnard :

$$\left.\begin{array}{l} \text{AR} = 19^h 38^m 25^s \\ \text{D} = -15^\circ 2' 50'' \end{array}\right\} 1884,0;$$

très faible, un peu au sud du n° 4510 du *Catalogue général*.

Les colorations du ciel persistent toujours d'après l'expérience de l'Éditeur : l'année passée, les phénomènes étaient plus marqués; ils paraissent aujourd'hui plus faibles, mais constants.

Détails sur l'observatoire Lick (mont Hamilton, Californie). Tout est prêt, excepté la grande lunette; on a rencontré des difficultés pour fondre le disque de crown; après dix-neuf tentatives infructueuses, on commence à espérer cependant un bon résultat.

Digitized by Google

Observation d'une bande nuageuse rappelant l'aurore boréale, le 17 septembre, par M. Tatlock, directeur de l'observatoire Smith [pareil phénomène a été observé le 30 juillet (*voir* plus haut)]. M. Tatlock a vu aussi cette apparence au printemps de 1881, alors qu'une brillante aurore était signalée dans le nord.

Étoiles rouges remarquables (Barnard) :

Positions pour 1881,0.	
Æ.	Ⓓ.
$5^h 38^m 43^s$	$+30° 39'$
$18^h 58^m 12^s$	$-5° 59'$

MONTHLY NOTICES.

N° 9; 1884. Numéro supplémentaire.

Ranyard (*A.-C.*). — Sur une bande étroite de la planète Saturne.

Les observations de M. Ranyard datent de novembre 1883. A plusieurs reprises, une bande étroite, deux fois large comme la division de Cassini, et à 10° ou 15° de latitude au sud de l'Équateur, traversait le corps de la planète. Ce détail paraît avoir été noté par d'autres personnes, entre autres par MM. Copeland, Denning, Hopkins, Hunt, etc. M. Ranyard a fait encore d'autres remarques sur Saturne : il n'a pas aperçu la division d'Encke; pour lui il n'y a pas de démarcation nette entre l'anneau sombre et l'anneau brillant voisin; l'éclat du dernier anneau irait en diminuant vers le bord extérieur (ce dernier détail paraît en contradiction avec des observations intéressantes de M. Pratt, *Bulletin*, t. I, p. 452).

Tebbutt (*J.*). — Positions de la comète II (Ross), 1883.

Tebbutt (*J.*). — Observations de la comète Pons-Brooks.

Marth (*A.*). — Éphéméride pour les observations physiques de Jupiter.

L'éphéméride de M. Marth est construite en admettant pour durée de révolution de Jupiter $9^h 50^m 20^s,25$; ce nombre s'accorde sensiblement avec la durée de révolution de la tache blanche équatoriale, plus facile à suivre maintenant que la tache rouge. M. Marth donne pour Greenwich les heures des passages du premier méridien de Jupiter par le centre du

Digitized by Google

disque. Il communique en outre des données utiles pour l'étude de la figure de la planète.

Marth (*A.*). — Éphémérides des satellites de Saturne.

Cette nouvelle série d'éphémérides contient les différences d'ascension droite et de déclinaison entre le centre de Saturne et les satellites Titan, Hypérion et Japetus, de novembre 1884 au commencement d'avril 1885.

M. Marth ajoute que l'éphéméride d'Hypérion peut être affectée d'une forte erreur, mais des observations récentes de M. Hall ont montré que les positions données pour Hypérion et Mimas étaient à très peu près exactes, et il sera possible d'utiliser les éphémérides dans l'opposition actuelle. Quelques remarques de M. Marth sur le mouvement d'Hypérion doivent être reproduites à cause de l'intérêt du sujet que M. Newcomb vient de traiter dans un travail tout récent (1) : les observations publiées montrent dans l'ensemble que la ligne des apsides de l'orbite d'Hypérion oscille autour de la ligne de conjonction des deux satellites, Hypérion, au moment de sa conjonction avec Titan, se trouvant au sommet le plus éloigné de son orbite; les conjonctions arrivent à un intervalle moyen de $63^{j},637$, pendant lequel la ligne de conjonction se déplace dans le sens rétrograde de $3^{\circ},267$.

M. Marth estime que les données d'observation sont encore insuffisantes pour déterminer l'amplitude de l'oscillation de la ligne des apsides. Il convient de grouper les observations d'une manière convenable, en réunissant celles qui sont faites vers le milieu de l'intervalle des deux conjonctions (les éléments de l'orbite d'Hypérion peuvent être regardés alors comme constants), et de mettre à part celles qui sont faites dans le voisinage des conjonctions, où les perturbations ont beaucoup d'effet. Les prochaines conjonctions des deux satellites auront lieu le 20 décembre et le 21 février 1885.

Holdich. — Observations au sextant de la comète Pons-Brooks.

THE OBSERVATORY.

Tome VII; novembre 1884.

Réunion de la Société astronomique de Liverpool.

La première Communication est une Note de M. Howard Grubb sur la

(1) *On the motion of Hyperion, a new case in celestial Mechanics* (*Astronomical Papers*, t. III, n° 3).

Digitized by Google

construction des équatoriaux. L'*Observatory* doit la publier *in extenso* prochainement.

Le Président, M. Espin, parle de la dernière session, et attribue une grande part du succès de la Société à l'ardeur des amateurs d'Astronomie et à la sympathie d'éminents associés, comme le professeur Pritchard et M. Pickering. M. Espin dit quelques mots des études photométriques des deux auteurs. Les procédés sont différents, et il y a parfois quelques dixièmes d'écart pour l'estimation des grandeurs, surtout dans le voisinage de la Voie lactée; la couleur des étoiles ne semble pas avoir d'effet.

Études sur la Lune par MM. Gwyn, Elger et Gaudibert.

M. Franks parle d'étoiles variables à longue période, M. Gage d'une étude des constellations sous le rapport de la couleur des étoiles; les étoiles voisines ont une tendance à s'harmoniser pour la couleur. M. Kirk revient sur les taches solaires voilées. Quelques résultats relatifs à la dernière éclipse de Lune sont communiqués par M. Baxendell qui présente en outre à la Société des observations de l'étoile variable T Hercule poursuivies pendant vingt-cinq ans. C'est une variable offrant de l'intérêt, à cause des variations irrégulières d'éclat.

Young (*C.-A.*). — Les problèmes de l'Astronomie actuelle.

Bulletin, t. I, p. 514.

Pickering (*E.-C.*). — Les observations d'étoiles variables de Sir William Herschel.

Continuation de l'article de M. Pickering. Réduction des observations d'Herschel faites sur δ Balance, en 1795 et 1797; on trouve une correction d'environ 6^h à l'époque des minima calculés avec la période 2,327315.

Doberck (*W.*). — Historique de l'observatoire de Markree.

Dans l'analyse du précédent article de M. Doberk, nous avons omis de mentionner une comparaison intéressante entre les qualités de la lunette de Cauchoix de 13 pouces et celles du télescope de 25 pieds de Sir John Herschel; il paraît que les deux instruments se valaient à peu près, la lunette l'emportant toutefois pour la définition.

M. Doberck continue l'historique de l'observatoire fondé par M. Cooper, en parlant avec détails des instruments acquis successivement. Après l'installation de l'observatoire, M. Cooper chercha un astronome pour lui confier les instruments. Gambart, l'astronome français bien connu, était recommandé à M. Cooper par Bouvard; mais il mourut peu après.

Digitized by Google

M. R. Finlay ne fit qu'un court séjour à l'observatoire. Mais, en 1842, les observations furent entreprises avec ardeur par M. Graham. Le cercle méridien commença à fonctionner, et la latitude de l'observatoire fut déterminée avec soin; M. Graham se consacra ensuite principalement à l'observation des petites planètes et au calcul des éphémérides; il lui arrivait parfois, dans la même soirée, de chercher les planètes au grand équatorial et de les observer au méridien.

On lui doit aussi la détermination précise d'un certain nombre d'étoiles circompolaires que Carrington a réobservées. M. Cooper, de son côté, s'occupait de réunir les matériaux d'un catalogue de comètes qui renferme beaucoup de données intéressantes, d'après M. Doberck; mais le catalogue de Jahn et Galle ayant paru en 1847, l'ouvrage de M. Cooper ne fut pas publié.

Le grand travail entrepris ensuite, et lié étroitement à la recherche des planètes, fut l'observation de zones comprenant toutes les étoiles de la région écliptique jusqu'à la 12e grandeur au moyen d'un réticule quadrangulaire (1848-56).

En 1860, M. Graham quitta Markree et ne fut pas remplacé. C'est seulement en 1874 que l'observatoire fut confié à M. Doberck; enfin M. Doberck vient d'être remplacé par M. Marth, l'astronome bien connu.

Correspondance et notes.

Lynn (*W.-T.*). — Les éclipses mentionnées par Thucydide.

Johnson (*S.-J.*). — Conjonction de Vénus; éclipse de Thalès.

En décembre 1886, aura lieu une occultation de Vénus par le Soleil.

Étoiles à parallaxe sensible (1).

Depuis quelques années, le professeur Ball, astronome royal d'Irlande, se livre à une recherche systématique des étoiles qui possèdent une parallaxe annuelle sensible. La troisième partie des *observations* renferme déjà les résultats des mesures faites sur 42 objets; le présent Volume comprend les recherches relatives à 368 objets nouveaux.

Ces recherches, d'une grande importance pour l'Astronomie stellaire, ont souvent un caractère négatif, parce que la valeur de la parallaxe n'est pas liée par une relation connue aux données que nous possédons sur les étoiles : mouvement propre sensible, coloration ou variabilité de l'étoile, etc. Quoi qu'il en soit, le plan de M. Ball consiste à rapporter

(1) *Astronomical observations and researches made at Dunsink*. Fifth Part. Dublin, 1884.

Digitized by Google

simplement l'étoile étudiée à une étoile de comparaison assez voisine, à six mois d'intervalle, l'étoile se trouvant aux deux époques à une des extrémités du grand axe de l'ellipse parallactique; quand ces observations préliminaires font supposer une parallaxe sensible, on se livre à une étude suivie de l'étoile.

Les recherches entreprises sont encore trop peu étendues pour qu'il soit possible de donner une limite supérieure pour la parallaxe des étoiles, et il n'est pas sûr qu'elles soient toutes inférieures à 1".

Comme résultats positifs des investigations de M. Ball, on doit mentionner les valeurs suivantes déduites des mesures de différences de déclinaison :

Étoile.	Parallaxe.	
61 Cygne	0",468	±0",032
Groombr. 1618	0,322	±0,023
6 Cygne	0,482	±0,054.

Les observations de Schweizer, récemment réduites par M. Socoloff (*Annales de l'Observatoire de Moscou*, t. VII), donnent pour 61 Cygne :

Distances	0",460	±0",055
Angles de position	0,422	±0,034
Mesures combinées	0,433	±0,029.

M. Hall a trouvé, à Washington (*Bulletin*, t. I, p. 199) pour 61² Cygne, en mesurant des différences de déclinaison,

$$0'',478 \pm 0'',014.$$

L'éclipse totale de Lune du 4 octobre.

L'*Observatory* consacre aux résultats publiés une Notice assez étendue : il mentionne les essais photographiques de MM. Henry et Perkins, ainsi que l'étude spectroscopique de M. Trépied. On peut craindre que le nombre des faibles étoiles occultées ne soit insuffisant pour conduire au résultat espéré; les étoiles très faibles étaient difficiles à suivre près du bord de la Lune.

Annales de l'Observatoire d'Harvard College, t. XIV.

La majeure partie du Volume est occupée par le Catalogue général donnant, d'après les déterminations effectuées avec le photomètre méridien, de 1879 à 1882, les grandeurs des 4260 étoiles au-dessous de la 6e grandeur. Ce grand travail est complété par la comparaison des mesures avec les données antérieures depuis Ptolémée. Une Notice plus étendue sera consacrée à l'œuvre importante de l'observatoire d'*Harvard College*.

Digitized by Google

Spectre de la comète *b* 1884 (Barnard).

M. Perrotin a pu voir deux des bandes ordinaires aux comètes; la troisième a été soupçonnée (voir *Comptes rendus*, t. XCIX, n° 13).

AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE.

Tome XXVIII; septembre à novembre 1884.

Langley (*S.-P.*). — Valeur de l'absorption atmosphérique. (17 pages).

Dans cet article important, M. Langley montre que l'ancienne théorie de Bouguer, représentant la quantité des radiations transmises par une formule exponentielle, telle que Ap^e, n'est pas admissible dans son principe, et conduit à des valeurs beaucoup trop fortes du coefficient de transmission, par suite à une absorption totale trop faible.

Il est nécessaire de tenir compte de la non-homogénéité des radiations, ce qui conduit à représenter la quantité de radiations transmises par une somme d'exponentielles $Ap^e + Bq^e + \ldots$ au lieu d'une seule. Cette distinction essentielle a été déjà faite par quelques auteurs. M. Langley cite les recherches de MM. Forbes et Crova, de Montpellier, ainsi que l'*Actinométrie* de M. Radau.

En partant de l'expression mentionnée, M. Langley montre que le coefficient de transmission obtenu par la méthode ordinaire (on divise la quantité transmise après n absorptions par la quantité transmise après $n - 1$ absorptions) n'est jamais une constante, est toujours trop fort, d'autant plus qu'on s'approche davantage de l'horizon. Quelques calculs algébriques mettent ces remarques en évidence. Un peu plus loin, M. Langley construit un exemple numérique intéressant qui doit donner une idée de ce qui se passe dans notre atmosphère : il suppose dix rayons d'espèces différentes avec des coefficients de transmission variant de o à l'unité (raies telluriques et rayons infra-rouges), et il retrouve ainsi les nombres donnés pour l'absorption moyenne en comparant des observations faites à différentes altitudes; mais on voit en même temps que l'absorption peut parfaitement avoir une valeur double, résultat d'une importance capitale pour notre atmosphère.

Des raisons d'ordre différent (expériences à de grandes altitudes, mesures des radiations transmises par le ciel) confirment les idées de l'auteur, et l'on se trouve en définitive amené à considérer l'atmosphère, même dans les régions élevées, comme peuplée de fines particules ayant un pouvoir absorbant sensible.

Digitized by Google

ASSOCIATION AMÉRICAINE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES, SECTION DE MATHÉMATIQUES ET D'ASTRONOMIE (1).

La première Note lue dans la Section est de M. Pickering et concerne la mesure photométrique des différentes régions des spectres d'étoiles. L'appareil de M. Pickering a été mentionné dans le *Bulletin*, t. I, p. 458, mais insuffisamment décrit. Dans le tube de la lunette, un peu au delà du plan focal, est un prisme à vision directe destiné à donner un spectre étendu dans le sens de la déclinaison; au foyer se trouve un prisme photométrique de M. Pritchard, et, derrière lui, un léger diaphragme métallique avec quatre fentes étroites parallèles à l'équateur; de la sorte, quand le spectre passe derrière elles, on peut voir quatre petites étoiles, par exemple, une rouge, une jaune, une bleue et une violette, et le temps qu'elles mettent à disparaître en avançant vers la portion épaisse du prisme mesure leur éclat respectif. Une petite pièce de verre à côté du prisme à vision directe fournit en outre une image qui sert de repère, de sorte que les fentes du diaphragme laissent toujours passage aux rayons de même réfrangibilité.

Le professeur Daniel Kirkwood discute ensuite la question des étoiles temporaires, qui doivent être considérées comme distinctes des étoiles variables. Un travail de M. Merriman soulève une longue discussion sur la méthode des moindres carrés; l'auteur s'occupe d'un critérium pour rejeter les observations douteuses.

Une seconde Communication est faite par M. Pickering sur l'influence du voisinage de la Voie lactée dans l'estimation par l'œil des grandeurs des étoiles; dans la Voie lactée même, l'éclat du fond sur lequel l'étoile se projette peut faire perdre une demi-grandeur. Cette source d'erreur est évitée dans les mesures photométriques d'Harvard, parce que dans la comparaison de chaque étoile avec l'étoile polaire les deux champs sont superposés, et que leur éclat affecte également les deux étoiles.

M. W. Harrington, directeur de l'observatoire d'Ann Arbor, lit une Note sur l'anneau des astéroïdes : l'orbite moyenne paraît être presque circulaire, le rayon étant 2,7; on a d'abord découvert les plus proches de ces petits corps, et progressivement ceux qui s'éloignaient davantage. En supposant que les surfaces de tous les astéroïdes ont le même pouvoir réflecteur que Vesta, M. Harrington conclut que le volume de Vesta est environ les $\frac{5}{17}$ de l'ensemble, et que Vesta et Cérès forment presque la moitié du volume total.

(1) Extrait de l'excellent recueil américain *Science*. Ce journal hebdomadaire est publié à Cambridge (Mass.) Les noms de M. Newcomb et de M. Graham Bell sont compris dans la liste des directeurs.

Digitized by Google

Le professeur Rogers, de l'observatoire d'Harvard College, décrit avec détails une méthode pour faire tourner un cercle méridien d'un angle constant, indépendamment des microscopes. On obtient ce résultat au moyen d'un bras mobile entre des pièces d'arrêt, et que l'on cale, au moyen de l'électricité, sur un anneau circulaire faisant corps avec l'axe. M. George B. Clark a mis en œuvre un ingénieux procédé pour donner à l'anneau qui sert au calage une forme exactement circulaire, et M. Rogers a imaginé une sorte de frein hydraulique pour réduire la vitesse de la lunette dans le voisinage des pièces d'arrêt. Les dispositions dont il s'agit peuvent avoir de l'utilité pour l'étude de la flexion et des erreurs de division. En tout cas, on doit se mettre en garde contre les variations de la température. M. Chandler jun., du même observatoire, parle des excellents résultats obtenus avec l'*almicantarat* (*Bulletin*, t. I, p. 37). Une autre Note du même auteur concerne les étoiles variables : on sait que ces étoiles sont généralement rouges et que l'augmentation de leur éclat se fait plus rapidement que la diminution; on doit admettre de plus, suivant M. Chandler, que la période est d'autant plus longue que l'étoile est plus rouge. Une description détaillée du nouvel observatoire Mac Cormick est donnée par le directeur, M. Ormond Stone. L'équatorial qui va être bientôt monté est le pendant de celui de Washington. On se propose tout d'abord de remesurer les étoiles doubles dans lesquelles la distance des composantes est inférieure à 2″, entre 0° et 30° de déclinaison sud.

Le P. Perry expose ses recherches sur les taches solaires (*Bulletin*, t. I, p. 348). M. Swift indique sa manière d'observer les nébuleuses : il se contente de positions approchées et d'une description sommaire. Il a pris ce parti après avoir expérimenté que son œil avait besoin de quatre minutes pour retrouver la sensibilité que l'usage du micromètre éclairé lui enlevait. Mais il est certain que la valeur du travail sera bien diminuée pour l'avenir.

Lecture est donnée par M. Adams, de Cambridge, d'un Mémoire important sur l'expression générale de la valeur de l'obliquité de l'écliptique quand on tient compte des termes du second ordre, ce qui n'avait pas encore été fait. A propos de la masse de la Lune, qui figure dans les expressions de M. Adams, M. Newcomb émet l'espoir qu'elle pourra être déterminée sans avoir à craindre d'erreurs systématiques. C'est un point fort délicat.

Enfin, M. Adams met sous les yeux des membres les *fac-simile* de quelques notes manuscrites de Newton, qui n'ont pas été publiées; elles concernent la réfraction atmosphérique et le mouvement du périgée de la Lune.

O. C.

Digitized by Google

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, nos 2623-2631.

Hall (*A.*). — Note sur la latitude de l'observatoire naval de Washington.

A l'occasion des passages de Vénus, les latitudes des stations étaient déterminées par la méthode de Talcott (méthode inventée, comme l'a rappelé M. d'Abbadie, par Horrebow), avec un instrument des passages portatif, à lunette brisée, de 2 ½ pouces d'ouverture. Pour se rendre compte de la précision des résultats que l'on peut se promettre de ces observations, M. Asaph Hall a fait, avec l'instrument qui lui avait servi à Wladiwostock et à San Antonio, une série de déterminations de la latitude de l'observatoire de Washington. Il a trouvé, par 130 déterminations, $38^\circ 53' 38'',94 \pm 0'',061$.

Pritchett (*C.-W.*). — Sur la latitude de l'observatoire Morrison, à Glasgow (Missouri).

En 1877, des observations faites au cercle méridien avaient donné pour la latitude de cet observatoire $39^\circ 16' 16'',76 \pm 0'',05$. Ce nombre fut inséré dans l'*American Ephemeris*. Il y a deux ans, on a fait la surprenante découverte qu'il était en erreur de $2' 31'',17$. Cette erreur provient, paraît-il, des observations du nadir : on s'est trompé de fil en observant avec le bain de mercure, et la même erreur a été commise pendant plusieurs mois. Après correction, la latitude de cet observatoire devient

$$39^\circ 13' 45'',59 \pm 0'',05.$$

Une nouvelle série d'observations, faites en 1883, a donné

$$39^\circ 13' 45'',59 \pm 0'',05.$$

Comme on le voit, les deux résultats sont identiques !

Barnard. — L'étoile double voisine de β Capricorne.

Au mois de novembre 1883, M. Barnard, en observant l'occultation d'une étoile de 7e grandeur qui précède β Capricorne, avait soupçonné qu'elle était double. Ce n'est que depuis quelques mois que M. Burnham a réussi à la dédoubler avec le réflecteur de 18 pouces de Chicago ($D = 0'',85$, $P = 106^\circ$). Le compagnon est de 9e grandeur.

Gould. — Sur les positions de la comète 1881 IV, fournies par l'observatoire de Cordoba.

Digitized by Google

Les recherches de M. Stechert sur l'orbite de cette comète (*A. N.*, 2580) avaient révélé l'existence de quelques erreurs qui ont motivé une nouvelle réduction des observations.

Tebbutt, Cacciatore, Engelhardt, Lamp, Jedrzejewicz, Tempel. — Observations des dernières comètes.

Chandler (*S.-C.*), *Thraen* (*A.*). — Éléments elliptiques de la comète Wolf.

Weiler (*A.*). — Sur les perturbations de l'orbite de la Terre produites par Jupiter.

Celoria. — Sur deux comètes de l'année 1457.

M. Celoria donne les positions de ces deux comètes, telles qu'elles résultent des observations contenues dans les manuscrits de Toscanelli. Il en a déduit les éléments suivants (T pour t. m. de Paris, vieux style) :

T =	1457, janv. 17,9859;	1457, août 8,0071.
π =	84°.33'.5,	9°.32'.3
☊ =	249.39.3,	184.24.2,
i =	13.15.7,	9.51.7,
$\log q$ =	9,84718.	9,88106.

Chandler (*S.-C.*). — Formules et Tables destinées à faciliter le calcul de la réfraction différentielle pour les observations faites au micromètre circulaire.

Lamp, Oudemans. — Observations de l'éclipse de Lune du 4 octobre 1884.

Kam (*N.-M.*). — Lettre à l'éditeur.

M. Kam annonce que l'impression de son Catalogue d'étoiles, fondé sur des positions publiées dans les *Astronomische Nachrichten,* sera probablement terminée dans quelques mois; elle se fait aux frais de l'Académie des Sciences d'Amsterdam.

Oppolzer. — Longitudes des observatoires de Kremsmunster et de Cracovie.

Digitized by Google

Les déterminations entreprises à l'occasion de la triangulation autrichienne donnent, pour ces deux stations, les résultats suivants :

Diff. Kremsmunster-Berlin... $2^m 56^s,73$ (4 dét.),
Diff. Cracovie-Berlin ..... $26^m 15^s,47$ (3 dét.).

Engelhardt. — Observations de petites planètes.

Dunér. — L'étoile variable V Ophiuchus.

M. Dunér propose cette désignation pour l'étoile 189 Schjellerup, qui est certainement variable, et dont la période paraît être de 311 jours.

Boss, Schiaparelli. — Observations des comètes 1882 I et 1882 II.

Gill (D.), Schur (W.). — Observations de la comète Barnard.

Finlay (W.-H.). — Éléments elliptiques de la même comète.

Krueger. — L'orbite de la comète Wolf.

M. Krueger a déterminé à nouveau les éléments elliptiques de cette comète, à l'aide d'observations qui embrassent maintenant un intervalle de quarante-huit jours, afin de pouvoir calculer plus exactement les positions relatives de la comète et de Jupiter au commencement de l'année 1875. Voici d'abord les nouveaux éléments :

$$T = 1884, \text{ nov. } 17,79215, \text{ t. m. de Berlin.}$$

$$\left.\begin{aligned} \pi &= 19^\circ.\ 3'.16'',5 \\ \Omega &= 206.22.16,8 \\ i &= 25.15.10,4 \end{aligned}\right\} 1884,0,$$

$$\begin{aligned} \varphi &= 34.\ 3.12,3, \\ \log a &= 0,552936, \\ \mu &= 525'',536, \\ R &= 2466^l,057 = 6^s,75. \end{aligned}$$

Les apparitions de 1871 et de 1878 ont été peu favorables à l'observation de la comète; celle de 1891 le sera davantage, et celle de 1864 a été également favorable, en supposant que l'orbite n'a pas été modifiée par l'action de Jupiter. C'est ce que montre le Tableau suivant :

	T.	α.	δ.	log Δ.
		h m	°	
1864.	Août 16,62.....	3.46	+24	0,115
1871.	Mai 18,68.....	2. 6	+15	0,389
1878.	Févr. 16,73.....	23.58	+ 2	0,366
1884.	Nov. 17,79.....	22.49	— 2	9,986
1891.	Août 19,85.....	3.49	+24	0,095

Digitized by Google

Le 28 mai 1875, la comète n'était plus qu'à la distance 0,09 de Jupiter; il suffirait de reculer l'époque de vingt jours pour faire descendre cette distance à 0,016. Il est donc probable qu'elle a subi de fortes perturbations.

Lehmann-Filhès. — Le mouvement des planètes dans l'hypothèse d'une attraction se propageant avec une vitesse finie.

Si nous admettons que l'attraction se propage avec une vitesse finie $\frac{1}{\lambda}$, il faut introduire, dans les équations du mouvement, les forces perturbatrices suivantes :

$$R = 2k^2\lambda \frac{\alpha \cos v + \beta \sin v}{r^2},$$

$$S = k^2\lambda \frac{\alpha \sin v - \beta \cos v}{r^2},$$

$$Z = -k^2\lambda \frac{\gamma}{r^2},$$

où α, β, γ sont des constantes qui dépendent du mouvement propre du Soleil et de la situation de l'orbite planétaire; v est l'anomalie vraie de la planète. M. Lehmann-Filhès détermine les variations séculaires des éléments qui résultent de cette hypothèse, et il montre qu'elles seront d'autant plus sensibles, que le grand axe de l'orbite sera plus petit et l'excentricité plus forte. Il s'ensuit que c'est surtout dans le mouvement de Mercure qu'on aurait quelque chance de constater des variations dues à cette cause. Malheureusement, nous ne connaissons que d'une manière très incomplète le mouvement propre du système solaire, qui détermine les constantes α, β, γ. En supposant que la direction de ce mouvement coïncide avec celle du grand axe de l'orbite de Mercure, on aurait $\beta = \gamma = 0$, et les variations séculaires s'annuleraient pour tous les éléments, excepté π et $\mathfrak{M}_0$; il en résulterait une altération constante du moyen mouvement diurne, et une variation séculaire du périhélie. Mais la direction supposée diffère beaucoup de celle que les observations semblent indiquer.

Les effets considérés par M. Lehmann sont dus à l'*aberration* de la gravité qui résulte du mouvement de translation du Soleil. On se rappelle que Laplace, au chap. VII du Livre X de la *Mécanique céleste,* a déjà tenté d'évaluer l'influence que la transmission successive du « fluide gravifique » exercerait sur le moyen mouvement d'une planète; mais Laplace n'a en vue que l'aberration de la gravité qui résulte du mouvement orbitaire, et qui donne lieu à une équation séculaire de la forme $\frac{3}{2}\frac{\lambda n^2 t^2}{\sqrt{a}}$; il y arrive en transportant au Soleil le mouvement de la planète, pris en sens contraire; c'est une conception physique différente.

Digitized by Google

Pujazon, Muller, Gautier, Pomerantzeff. — Occultations observées à l'occasion de l'éclipse de Lune du 4 octobre 1884, à San Fernando, Potsdam, Genève, Tachkent.

Souza Pinto. — Observations de la comète Wolf, faites à Coïmbre.

Palisa. — Découverte d'une nouvelle planète (245).

Muller (*G.*). — Résultats d'observations photométriques de la planète Saturne.

La publication des recherches de M. Seeliger sur la constitution de l'anneau de Saturne (*Bulletin,* t. I, p. 560) ayant appelé l'attention des astronomes sur cette question, M. Muller a pensé qu'il y avait intérêt à faire connaître dès à présent les résultats d'une série d'observations photométriques poursuivies depuis 1878, et qui devaient être insérées dans un prochain Volume des Annales de l'observatoire de Potsdam. Ces observations ont été faites avec un photomètre de Zöllner; elles donnent l'éclat total du système (planète et anneau), comparé à celui d'une étoile fixe (α Cocher), car il eût été trop difficile de mesurer séparément l'éclat de l'anneau (1).

On voit d'abord que, lorsque la Terre est élevée de 26° au-dessus de l'horizon de l'anneau, l'éclat total devient 2, 4 fois plus grand que lorsqu'elle se trouve dans le plan de ce dernier, d'où l'on peut conclure que l'éclat de l'anneau représente alors les $\frac{7}{12}$ ou 0,58 de celui du système entier. Mais les variations de l'intensité lumineuse ne paraissent pas dépendre uniquement de l'angle d'élévation de la Terre; il semble qu'un maximum d'éclat se manifeste toujours à l'époque de l'opposition. Ce maximum se traduit par une augmentation assez sensible (15 ou 20 pour 100). Le phénomène est curieux; les circonstances atmosphériques y sont peut-être pour quelque chose, mais elles ne suffisent pas à l'expliquer.

Dans le Tableau qui suit, on trouve les intensités moyennes de l'anneau pour les divers degrés d'élévation de la Terre (ce sont les différences entre l'éclat total observé et l'éclat minimum, qui répond à $l = 0$). On a mis en regard les nombres calculés par la formule de Zöllner (lumière proportionnelle à la surface visible) et ceux qui résultent de l'hypothèse de M. Seeliger (lumière proportionnelle à $\sin l$).

(1) Par *éclat* il faut ici entendre la quantité de lumière émise.

Digitized by Google

l.	Observ.	Zöllner.	1,15 sin l.
0°			
0.....	0,000	0,000	0,000
2.....	0,041	0,043	0,050
4.....	0,084	0,087	0,101
6.....	0,129	0,132	0,151
8.....	0,174	0,176	0,202
10.....	0,221	0,223	0,251
12.....	0,272	0,270	0,301
14.....	0,322	0,319	0,351
16.....	0,376	0,370	0,399
18.....	0,431	0,424	0,448
20.....	0,490	0,481	0,496
22.....	0,550	0,543	0,543
24.....	0,614	0,612	0,590
26.....	0,679	0,693	0,636

Peters (*C.-F.-W.*). — Sur un procédé nouveau pour observer les coïncidences de deux pendules.

Comme il est quelquefois malaisé d'établir le pendule qui donne l'intensité de la pesanteur en arrière de l'horloge à laquelle on veut le comparer, M. Peters a imaginé un procédé qui permet de tourner cette difficulté. Une pointe de platine, fixée au balancier de l'horloge, est chargée de fermer périodiquement un courant d'induction en effleurant une goutte de mercure; au même instant, une étincelle jaillit en arrière du pendule et traverse le champ de la lunette toutes les fois qu'il n'y a pas coïncidence.

Weinek (*L.*). — Éclipses des satellites de Jupiter, observées à Prague.

Au cours de ces observations, M. Weinek et ses collaborateurs ont remarqué, le 17 février 1884, vers $7^h 30^m$ du soir, une petite tache noire qui tranchait sur l'une des bandes sombres de Jupiter; elle est restée visible pendant un quart d'heure; à 8^h, il y avait à la même place un petit nuage clair.

Kreutz. — Étoiles de comparaison pour la comète Wolf.

Lamp (*E.*), *Lamp* (*J.*). — Observations de la comète Wolf, faites à Kiel et à Bothkamp.

Stechert. — Éphéméride de la même comète.

R. R.

Digitized by Google

TABLES

DES

MATIÈRES ET NOMS D'AUTEURS.

TOME I; 1884.

RECUEILS PÉRIODIQUES DONT LES ARTICLES ONT ÉTÉ ANALYSÉS DANS CE VOLUME.

The American Journal of Science, 3e série, t. XXVI, XXVII, XXVIII; 1883-1884. — 39, 102-103, 406-408, 460-461, 624.

Astronomische Nachrichten, nos 2562-2639. — 43-53, 105-110, 149-153, 211-213, 260-264, 353-360, 410-416, 461-464, 517-520, 560-568, 627-632.

Astronomical Register, t. XXII; 1884. — 100.

Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. XCIX; 1884. — 614-616.

Copernicus, t. III; 1883. — 40-43, 103-105, 459-460.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, t. XLIV; 1883-1884. — 30-34, 91-96, 142-145, 202-206, 253-255, 345-348, 395-398, 452-455, 619-620.

The Observatory, t. VII; 1884. — 35-37, 96-99, 145-147, 207-209, 255-259, 348-351, 398-404, 455-459, 508-511, 557-560, 620-624.

The Sidereal Messenger, t. II-III; 1883-1884. — 37-39, 100-102, 147-148, 209-211, 259-260, 352-353, 404-406, 512-514, 616-619.

Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft, t. XVIII-XIX; 1883-1884. — 335-340, 546-550.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES ET DES AUTEURS.

Pages.

Abbadie (A. d'). — Sur la méthode de P. Horrebow pour la détermination de la latitude..... 327

Aberration (Quelques remarques sur la théorie de l') d'Yvon Villarceau, par F. Folie..... 473

Association américaine pour l'avancement des Sciences, section de Mathématiques et d'Astronomie..... 625

Attraction lunaire (Influence de l') sur la direction de la verticale et sur l'intensité de la pesanteur, par A. Gaillot,..... 113

Digitized by Google

Pages.

Attraction luni-solaire (Influence de l') sur l'intensité de la pesanteur et la marche des pendules, par A. Gaillot 217
Avertissement, par le Contre-Amiral E. Mouchez, directeur de l'Observatoire de Paris 5
Backlund (O.). — Untersuchungen über die Bewegung des Encke'schen Cometen (analyse, par R. Radau) 239
— Éléments et éphéméride de la comète d'Encke ..... 536 et 600
— Zur Entwickelung der Störungsfunction (analyse, par O. Callandreau) 606
Baillaud (B.). — Sur les observations de Mimas 161
— Observations des satellites de Jupiter, en 1883-1884 538
Bauschinger (J.). — Untersuchungen über die Bewegung des Planeten Merkur (analyse, par R. Radau) 506
Bigourdan (G.). — Observations de la comète Pons-Brooks 15
— Observations des positions relatives des deux noyaux principaux de la grande comète de septembre 1882 (II, 1882) 19
— Comètes et planètes de 1883 61
— Observations de la comète Pons-Brooks et des petites planètes (115), (213), (230), (235) 84
— Sur un moyen de rendre plus commode l'usage des équatoriaux 169
— Observations des petites planètes (107), (115), (131), (141), (167), (189), (195), (196), (199) 180
— Observations de la planète (236) Honoria 236
— Observations d'éclipses des satellites de Jupiter 388
— Sur une cause d'erreurs systématiques dans les mesures d'étoiles doubles. 439
— Honoré Flaugergues, sa vie et ses travaux 569
Boinot (A.) et P. et P. Henry. — Dessin de Saturne 160
— Remarques au sujet de la Note de L. Trouvelot « Sur la variabilité des anneaux de Saturne » 596
Bossert et Schulhof. — La comète de 1812 (Pons-Brooks) dans l'apparition de 1883-1884 ..... 24, 137, 230 et 602
Callandreau (O.). — Apparences de Vénus dans le voisinage de la conjonction inférieure en 1882 221
— *Analyses*. — Voir Backlund, Grant, Fiévez, Gyldén, Hall, Lindstedt, Meyer, Newcomb, Nyrén Tisserand; Observatoires de Bruxelles, Kiew, Stockholm.
Catalogue of 6415 stars, by Robert Grant (analyse, par O. Callandreau). 247
Comètes de 1883, par G. Bigourdan 61
Comètes (Sur la nature physique des), par A. Marcuse (analyse, par R. Radau) 189
Comète d'Encke. — Recherches sur son mouvement, par O. Backlund (analyse, par R. Radau) 239
— Perturbations générales produites par Jupiter, par Th. Wittram (analyse). 245
— Éléments et éphéméride, par O. Backlund ..... 536 et 600
Comète III, 1858 (Tuttle) (Éléments elliptiques de la), par L. Schulhof, 112 et 171
Comète II, 1882 (grande comète). — Positions relatives de ses deux noyaux principaux, par G. Bigourdan 19

Digitized by Google

Pages.

Comète Pons-Brooks (I, 1812 = I, 1884) (observations de la), par G. Bigourdan ..... 15 et 84
— Par Périgaud 17
Comète Pons-Brooks dans l'apparition de 1883-1884, par Schulhof et Bossert. 24, 137, 230 et 602
— (Sur les aigrettes et les panaches de la), par G. Rayet 118
— Remarques concernant cette comète, par W. Tempel 177
Comète Barnard 1884 (observations), par Ch. Trépied ..... 390 et 446
— par Perrotin et Charlois 501
Comète Wolf (observations); par Perrotin et Charlois 501
Conseil de l'Observatoire de Paris (Séance annuelle du) 110
Convergenz (Ueber die) der successiven Annäherungen bei der theoretischen Berechnung der Bahnen der Himmelskörper, par H. Gyldén (analyse, par O. Callandreau) 302
Cornu (A.). — Notice sur les raies telluriques du spectre solaire et en particulier sur le groupe α 74
Cosmogonie. — Les hypothèses cosmogoniques, par C. Wolf. 313, 431, 478 et 583
Crépusculaires (Les phénomènes), par R. Radau 53
Développement de l'expression $(1 - 2\alpha z + \alpha^2)^{-k}$, par R. Radau (analyse) .. 449
Engelhardt (Baron d'). — Observations des phénomènes des satellites de Jupiter 293
Équatoriaux (Sur un moyen de rendre plus commode l'usage des), par G. Bigourdan 169
Erreurs systématiques, voir *Étoiles doubles.*
Étoiles circompolaires (Détermination géométrique des positions apparentes des), par A. Gaillot ..... 375 et 578
Étoiles doubles. — Mesures micrométriques, par Perrotin .... 133, 188 et 297
— Mesures du compagnon de Sirius, par P. et P. Henry 388
— (Sur une cause d'erreurs systématiques dans les mesures d'), par G. Bigourdan 439
Fabre. — Observations des satellites de Jupiter en 1883-1884 538
Flaugergues (Honoré). — Sa vie et ses travaux, par G. Bigourdan 569
Fiévez (Ch.). — De l'influence de la température sur le caractère des raies spectrales; changements de réfrangibilité (analyse, par O. Callandreau) 556
Folie. — Quelques remarques sur la théorie de l'aberration d'Yvon Villarceau 473
Fonction perturbatrice (Mémoires sur le développement de la), par F. Tisserand, S. Newcomb, O. Backlund (analyse, par O. Callandreau). 550 et 606
Gaillot (A.) — Influence de l'attraction lunaire sur la direction de la verticale et sur l'intensité de la pesanteur 113
— Sur la variation de l'intensité de la pesanteur due à l'attraction luni-solaire. Conséquences relatives à la marche des pendules 217
— Détermination géométrique des positions apparentes des étoiles circompolaires ..... 375 et 577
Gogou (C.). — Sur une inégalité lunaire à longue période 391
— Sur une objection de M. Stockwell contre la théorie du mouvement de la Lune, de Delaunay 467
Grant (R.). — Catalogue of 6415 stars (analyse, par O. Callandreau) 247

Digitized by Google

Pages.

GYLDÉN (H.). — Ueber die Convergenz der successiven Annäherungen bei der theoretischen Berechnung der Bahnen der Himmelskörper (analyse, par O. Callandreau) 302
— Annales de l'observatoire de Stockholm, tome I (analyse, par O. Callandreau) 341
— Sur un cas particulier du problème des trois corps 361
HALL (Asaph). — The parallax of α Lyrœand 61² Cygniœ (analyse, par O. Callandreau) 198
Héliostats (Sur la théorie des), par R. Radau 153
HENRY (Paul et Prosper). — Aspect de la planète Saturne 132
— Aspect d'Uranus. Inclinaison de son équateur 238
— Observations de Deimos ..... 15 et 89
— Observations des satellites d'Uranus ..... 89, 178 et 329
— Observations du satellite de Neptune ..... 15, 89 et 178
— Observations du satellite de Sirius 388
— et A. BOINOT. — Dessin de Saturne 160
— Remarques au sujet de la Note de L. Trouvelot : « Sur la variabilité des anneaux de Saturne » 596
Inégalité lunaire (Sur une) à longue période, par C. Gogou 291
Integration (Beitrag zur) der Differentialgleichungen der Störungstheorie, par A. Lindstedt (analyse, par O. Callandreau) 302
Intégrale $\psi(z)$ (Tables de l'), par R. Radau (analyse) 448
Latitude (Détermination de la). — Sur la méthode de P. Horrebow, par A. d'Abbadie 327
LINDSTEDT (A.). — Beitrag zur Integration der Differentialgleichungen der Störungstheorie (analyse, par O. Callandreau) 302
LOEWY (M.). — Description d'un nouveau système de télescope. 265, 370 et 421
Lune (Courbes représentant les erreurs des Tables de la), par E.-J. Stone. 504
— (Sur une objection de M. Stockwell à la théorie de la) de Delaunay, par C. Gogou 467

LUTHER (Robert) :
— Éphéméride de (6) Hébé 90
— Éphéméride de (11) Parthénope 23

LUTHER (W.) :
— Éphéméride de (17) Thétis 334
— Éphéméride de (57) Mnémosyne 20
— Éphéméride de (78) Diane 21
— Éphéméride de (82) Alcmène 22
— Éphéméride de (113) Amalthée 500

MARCUSE (A.). — Ueber die physische Beschaffenheit der Cometen (analyse, par R. Radau) 198
MEYER (W.). — Nouvelles recherches sur le système de Saturne (analyse, par O. Callandreau) 248
Mécanique céleste (Traité élémentaire de), par H. Resal (analyse) 390
MONTANGERANT. — Observation des satellites de Jupiter en 1883-84 538
MOUCHEZ (Contre-Amiral E.), Directeur de l'Observatoire de Paris. Avertissement 5

Digitized by Google

Pages
Nébuleuses découvertes à l'Observatoire de Marseille, par Stéphan..... 286
Newcomb (S.). — Report to the Secretary of the Navy on recent improvements in astronomical instruments (analyse, par O. Callandreau)... 307
— Development of the perturbative function (analyse, par O. Callandreau)..... 606
Nyrén (M.). — L'aberration des étoiles fixes (analyse, par O. Callandreau). 199
Obrecht (A.). — Études sur les éclipses des satellites de Jupiter (analyse). 392
Observatoire d'Alger (Notice sur l'), par Ch. Trépied..... 214
— de Bruxelles (*Annales*, nouvelle série, t. IV) (analyse, par O. Callandreau)..... 555
— de Kiew (*Annales*, t. I et II) (analyse, par O. Callandreau)..... 139
— de Marseille (Notice sur l') avec plan par Stéphan..... 122
— de Paris (Séance annuelle du Conseil de l')..... 110
— de la Plata (Nouvel)..... 63
— de Stockholm (*Annales*, t. I, analyse), par O. Callandreau..... 341
Périgaud. — Observations de la comète Pons-Brooks..... 17
Perrotin. — Mesures micrométriques d'étoiles doubles..... 133, 188 et 297
— et Charlois. — Observations des comètes Barnard et Wolf et des planètes (239), (241), (242)..... 501
Pesanteur (Influence de la Lune sur l'intensité de la), par A. Gaillot..... 113
— (Variation de l'intensité de la) due à l'attraction luni-solaire, par A. Gaillot..... 217
Planètes (Quelques remarques sur la figure des), par F. Tisserand..... 417
Planètes (grosses) :
— *Mercure*, Untersuchungen über die Bewegung des Planeten Merkur, par J. Bauschinger (analyse par R. Radau)..... 506
— *Vénus* (Apparences de) dans le voisinage de la conjonction inférieure en 1882: par O. Callandreau..... 221
— *Mars*, Observations de son 2e satellite (Deimos), par P. et P. Henry... 15
— *Jupiter* (Observations des satellites de), par le baron d'Engelhardt.... 293
— » (Observations d'éclipses des satellites de), par G. Bigourdan... 388
— » (Observations des satellites de) faites à Toulouse pendant l'opposition de 1883-84, par B. Baillaud, Fabre, Montangerant, Saint-Blancat..... 538
— » (Observations photométriques des éclipses des satellites de), par A. Obrecht..... 392
— *Saturne* (Recherches sur le système de), par W. Meyer (analyse par O. Callandreau)..... 248
— » (L'aspect de), par P. et P. Henry..... 132
— » Sur les observations de Mimas, par B. Baillaud..... 161
— » Variabilité des anneaux, par L. Trouvelot..... 527
— » Remarques de P. et P. Henry et A. Boinot sur cette Note..... 596
— » Réponse de L. Trouvelot..... 597
— » (Reproduction d'un dessin de), par P. et P. Henry et A. Boinot..... 160
— » (Reproduction d'un dessin de), par L. Trouvelot. *Pl. II*..... 526
— *Uranus*, Die Gestalt des Planeten Uranus, par H. Seeliger (analyse, par R. Radau)..... 450
— » (Aspect d') et inclinaison de son équateur, par P. et P. Henry. 238

Digitized by Google

Pages.

Planètes (grosses) :
— *Uranus* (Observations des satellites d'), par P. et P. Henry :
— » d'Ariel 179
— » d'Umbriel ..... 179 et 329
— » de Titania ..... 89, 179 et 329
— » d'Obéron ..... 89, 179 et 330
— *Neptune* (observations du satellite de), par P. et P. Henry... 15, 90 et 178

Planètes (petites) découvertes en 1883, par G. Bigourdan 61

— (1) *Cérès*, Observations méridiennes, par H. Renan 330
— (2) *Pallas*, Sur la théorie de son mouvement, par F. Tisserand 9
— » Observations méridiennes, par H. Renan 186
— (3) *Junon*, » » 331
— (6) *Hébé*, Éphéméride, par R. Luther 90
— (8) *Flore*, Observations méridiennes, par H. Renan 331
— (9) *Métis*, » » 331
— (11) *Parthénope*, Observations, par Ch. Trépied 184
— » Éphéméride, par R. Luther 23
— » Observations méridiennes, par H. Renan 333
— (12) *Victoria*, » » 331
— (13) *Égérie*, » » 187
— (15) *Eunomia*, » » 332
— (17) *Thétis*, Observations, par Ch. Trépied 605
— » Éphéméride, par W. Luther 334
— (19) *Fortuna*, Observations méridiennes, par H. Renan 187
— (21) *Lutetia*, » » 331
— (32) *Pomone*, » » 186
— (41) *Daphne*, Observations, par Ch. Trépied 603
— (57) *Mnémosyne*, Éphéméride, par W. Luther 20
— » Observations méridiennes, par H. Renan 332
— (58) *Concordia*, Observations méridiennes, par H. Renan 186
— (59) *Olympia*, » » 331
— (61) *Danaé*, » » 333
— (71) *Niobé*, Observations, par Charlois 544
— (72) *Feronia*, Observations méridiennes, par H. Renan 330
— (78) *Diane*, Observations méridiennes, par H. Renan ..... 331 et 332
— » Observations, par Ch. Trépied 184
— » Éphéméride, par W. Luther 21
— (79) *Eurynome*, Observations méridiennes, par H. Renan 333
» Observation, par Ch. Trépied ..... 185 et 237
— (82) *Alcmène*, Observations méridiennes, par H. Renan 333
— » Éphéméride, par W. Luther 22
— (90) *Antiope*, Observations méridiennes, par H. Renan 187

Digitized by Google

Pages.

Planètes (petites) :

— (95) *Aréthuse,* Observations méridiennes, par H. Renan..... 187
— (107) *Camille,* Observations, par G. Bigourdan..... 180
— » » Ch. Trépied..... 237
— (113) *Amalthée,* Éphéméride, par W. Luther..... 500
— (115) *Thyra,* Observations méridiennes, par H. Renan..... 332
— », Observations, par G. Bigourdan..... 84 et 180
— (120) *Lachésis,* Observations par Ch. Trépied..... 603
— (134) » Observations, par G. Bigourdan..... 180
— (141) *Lumen* » » 180
— (147) *Protogenia,* Observations, par Ch. Trépied..... 184
— (167) *Urda* » G. Bigourdan..... 180
— (185) *Eunice,* Observations, par Ch. Trépied..... 603
— (186) *Celuta,* Observations méridiennes, par H. Renan..... 187
— (188) *Phtia,* Observations, par G. Bigourdan..... 180
— Observations méridiennes, par H. Renan..... 333
— (194) *Procné,* Observations, par Ch. Trépied..... 603
— (195) *Euriclée,* Observations, par G. Bigourdan..... 180
— (196) *Philomèle,* Observations méridiennes, par H. Renan..... 333
— » Observations, par Ch. Trépied..... 184
— » » G. Bigourdan..... 180
— (199) *Byblis,* Observations, par G. Bigourdan..... 180
— (202) *Chryséis,* Observations méridiennes, par H. Renan..... 186
— (204) *Callisto,* » » 186
— (213) *Lilœa,* Observations, par G. Bigourdan..... 84
— (230) *Athamantis,* Observations méridiennes, par H. Renan..... 331
— » Observations, par G. Bigourdan..... 84
— (234) *Barbara,* Observations méridiennes, par H. Renan..... 186
— (235) *Caroline,* Observations, par G. Bigourdan..... 84
— (236) *Honoria,* Observations, par Ch. Trépied..... 237 et 603
— » » G. Bigourdan..... 236
— (237) *Célestine,* Observations, par Stéphan..... 445
— (239) *Adrastea,* Observations, par Charlois..... 501 et 544
— » » Stéphan..... 445
— (240) *Vanadis,* Observations, par Charlois..... 544
— (241) *Germania,* » par W. Luther..... 501
— (242) *Kriemhild,* » » 501

Poincaré (H.). — Sur certaines solutions particulières du problème des trois corps..... 65
— Sur la convergence des séries trigonométriques..... 319

Digitized by Google

Pages.

Problème de Kepler (Solution graphique du), par R. Radau..... 381
Problème des trois corps (Sur certaines solutions du), par H. Poincaré... 65
— (Sur un cas particulier du), par H. Gyldén..... 361
RADAU (R.). — Les phénomènes crépusculaires.... 53
— Sur la théorie des héliostats..... 153
— Solution graphique du problème de Kepler..... 381
— Tables de l'intégrale $\psi(z)$ 448
— Sur le développement de l'expression $(1 - 2\alpha z + \alpha^2)^{-t}$..... 449
— Sur la théorie des réfractions astronomiques..... 489
— *Analyses.* — *Voir* Backlund, Bauschinger, Marcuse, Seeliger.
Raies telluriques (Notice sur les) du spectre solaire et en particulier sur le groupe α, par A. Cornu..... 74
RAMBAUD et TRÉPIED. — Observations de la comète Pons-Brooks..... 86
RAYET (G.). — Sur les aigrettes et les panaches de la comète Pons-Brooks. 118
Réfractions astronomiques (Sur la théorie des), par R. Radau..... 489
RENAN (H.). — Observations méridiennes des planètes (2), (13), (19), (32), (58), (90), (95), (186), (202), (204), (234)..... 186
RENAN (H.). — Observations méridiennes des planètes (1), (3), (8), (9), (11), (12), (15), (21), (57), (59), (61), (72), (78), (79), (82), (115), (183), (196), (230)..... 330
RESAL (H.). — Traité élémentaire de Mécanique céleste (analyse)..... 390
SAINT-BLANCAT. — Observations des satellites de Jupiter en 1883-1884..... 538
SCHULHOF (L.). — Éléments et éphémérides de la comète III 1858 (Tuttle). 112 et 171
SCHULHOF et BOSSERT. — La comète de 1812 (Pons-Brooks) dans l'opposition de 1883-1884 ..... 24, 137, 230 et 602
SEELIGER (H.) Ueber die Gestalt des Planeten Uranus (analyse, par R. Radau). 450
Séries trigonométriques (Sur la convergence des), par H. Poincaré..... 319
Sirius (Compagnon de). Mesures micrométriques, par P. et P. Henry.. 388
Spectre solaire (Notice sur les raies telluriques du) et en particulier sur le groupe α, par A. Cornu 74
— (Constitution et origine du groupe B du), par L. Thollon..... 223
STÉPHAN. — Notice sur l'Observatoire de Marseille, avec un plan 122
— Note surles nébuleuses découvertes à l'Observatoire de Marseille..... 286
— Observations des planètes (237), (239)..... 445
STIELTJES (T.-J.). — Note sur la densité de la Terre..... 465
— Note sur quelques formules pour l'évaluation de certaines intégrales ... 568
STOCKWELL (Sur une objection de M.) contre la théorie de la Lune de Delaunay, par C. Gogou..... 467
STONE (E.-J.). — Courbes représentant les erreurs en longitude des Tables lunaires de Hansen..... 504
Télescope (Description d'un nouveau système de), par M. Lœwy. 265, 370 et 421
TEMPEL (W.). — Remarques sur la comète Pons-Brooks..... 177
Température (Influence de la) sur le caractère des raies spectrales, par Ch. Fiévez (analyse, par O. Callandreau)..... 556
Terre (Sur la densité de la), par Stieltjes..... 465
— (Sur la constitution intérieure de la), par F. Tisserand..... 521
THOLLON (L.). — Constitution et origine du groupe B du spectre solaire ... 223

Digitized by Google

Pages.

TISSERAND (F.). — Sur la théorie du mouvement de Pallas..... 9
— Quelques remarques au sujet de la théorie de la figure des planètes.... 417
— Sur la constitution intérieure de la Terre..... 521
— Mémoire sur le développement de la fonction perturbatrice dans le cas où l'inclinaison mutuelle des orbites est considérable. — Application aux perturbations produites sur Pallas par Jupiter (analyse, par O. Callandreau)..... 550
TRÉPIED (Ch.). — Observations de la comète Pons-Brooks..... 18
— Observations des planètes (11), (78), (79), (147), (196)..... 184
— Notice sur l'observatoire d'Alger..... 214
— Observations des planètes (79), (107), (236)..... 237
— Observations de la comète Barnard..... 390 et 446
— Observations des planètes (17), (41), (120), (185), (194), (236)..... 603
— et RAMBAUD. — Observations de la comète Pons-Brooks..... 86
TROUVELOT (E.-L.). — Sur la variabilité des anneaux de Saturne..... 527
— Réponse à une Note de P. et P. Henry et A. Boinot au sujet de l'article précédent..... 596
Verticale (Influence de l'attraction lunaire sur la direction de la), par A. Gaillot..... 113
WITTRAM (Theodor). — Allgemeine Jupiterstörungen des Encke'schen Cometen (analyse)..... 245
WOLF (C.). — Les hypothèses cosmogoniques..... 313, 431, 478 et 583

TABLE DES PLANCHES.

Pl. (p. 160). — Aspect de la planète Saturne, le 4 mars 1884 (Paul et Prosper Henry et A. Boinot).

Pl. I (p. 222). — Spectre solaire, région B (L. Thollon).

Pl. II (p. 526). — La planète Saturne (Trouvelot).

FIN DU TOME I.

9535 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

Digitized by Google

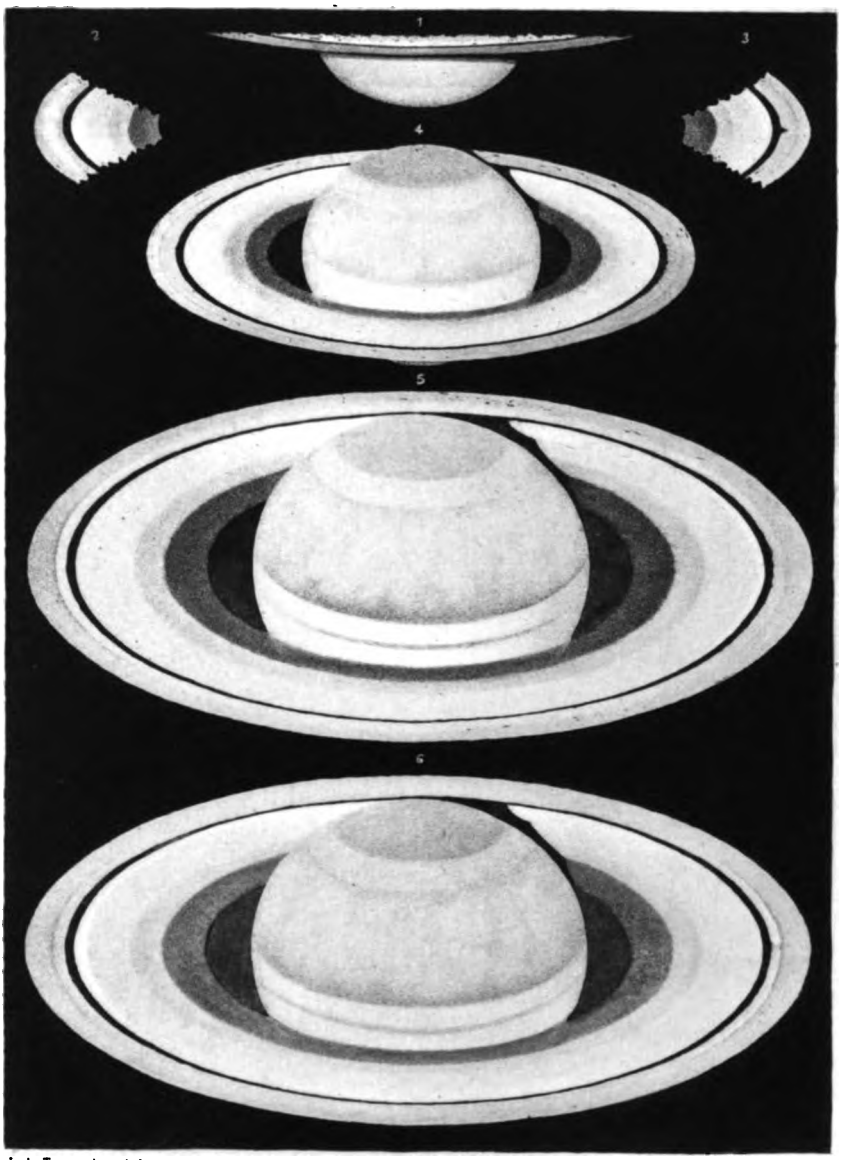
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



E. L. Trouvelot del. Heliogr. Arents

LA PLANETE SATURNE

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

UNIVERSITY OF MICHIGAN

Digitized by Google

Digitized by Google